

للصف الأول العلمي

الفصل الدراسي الأول

طبعة ابتدائية 1437هـ


بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمدُ للهِ معزِّ الإسلام بنصره، ومُذلِّ الشركِ بقهره، ومصرِّف الأمور بأمره، ومستدرجِ الكافرين بمكره، الذي قدّر الأيام دولاً بعدله، وجعل العاقبةَ للمتقينَ بفضلِه، والصلاةُ والسلام على من أعلى اللهُ منارَ الإسلام بسيفِه.

أما بعد:

فإنه بفضل الله تعالى، وحسن توفيقه تدخل الدولة الإسلامية اليوم عهداً جديداً، وذلك من خلال وضعها اللبنة الأولى في صرح التعليم الإسلامي القائم على منهج الكتاب، وعلى هدي النبوّة وبفهم السلف الصالح والرعيل الأول لها، وبرؤيةٍ صافية لا شرقيّة ولا غربيّة، ولكن قرآنية نبوية بعيداً عن الأهواء والأباطيل وأضاليل دُعاة الاشتراكية الشرقيّة، أو الرأسمالية الغربيّة، أو سماسرة الأحزاب والمناهج المنحرفة في شتّى أصقاع الأرض، وبعدما تركت هذه الوافدات الكفرية وتلك الانحرافات البدعية أثرها الواضح في أبناء الأمة الإسلامية، نهضت دولة الخلافة -بتوفيق الله تعالى- بأعباء ردّهم إلى جادّة التوحيد الزاكية ورحبة الإسلام الواسعة تحت راية الخلافة الراشدة ودوحتها الوارفة بعدما اجتالتهم الشياطين عنها إلى وهدات الجاهلية وشعابها المهلكة.

وهي اليوم إذ تُقدم على هذه الخطوة من خلال منهجها الجديد والذي لم تدخر وسعاً في اتِّباع خطى السلف الصالح في إعداده، حرصاً منها على أن يأتي موافقاً للكتاب والسنة مستمداً مادته منهما لا يحيد عنهما ولا يعدل بهما، في زمن كثُر فيه تحريف المنحرفين، وتزييف المبطلين، وجفاء المعطلين، وغلو الغالين.

ولقد كانت كتابة هذه المناهج خطوة على الطريق ولبنة من لبنات بناء صرح الخلافة وهذا الذي كُتِب هو جهد المُقل فإن أصبنا فمن الله وإن اخطأنا فمنا ومن الشيطان والله ورسوله منه بريء ونحن نقبل نصيحة وتسديد كل محِب وكما قال الشاعِر:

وإن تجد عيباً فسُدَّ الخللا قد جلَّ من لا عيب فيه وعلا

(وآخر دعوانا أن الحمد لله ربِّ العالمين)

المحتويات

المقدمة

الحمد لله رب العالمين القائل: ﴿ يَرۡفَعِ ٱللَّهُ ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ مِنكُمۡ وَٱلَّذِينَ أُوتُواْ ٱلۡعِلۡمَ دَرَجَٰتٖۚ وَٱللَّهُ بِمَا تَعۡمَلُونَ خَبِيرٞ ﴾ المجادلة:11 والصـلاة والسـلام على نبينا محمد القائل: (العلماء ورثة الانبياء).

يُعدُّ الكتاب المدرسـي ركناً اسـاسـياً من أركان عملية التعليم ولذا فقد أولت الدولة الاسـلامية هذا الجانب ما يسـتحق من الاهتمام إذ شـكلت اللجان المتخصصـة بهدف تطوير المناهج الدراسية والمعرفة الإنسـانية بشـكل يتلائم مع المرحلة الدراسـية المخصـصـة لها, والكتاب الذي بين يديكم يتناول مدخلاً مهماً في علم الأحياء وهو المدخل التشـريحي والوظيفي واختيرت مفرداته لتعالج العلاقة بين التركيب التشـريحي والوظيفي للمخلوقات الحية وتم التدرج في توضيح هذه العلاقة بدأً بالأحياء الواطئة ووصولاً إلى أعلى درجات التعقيد في البناء التشريحي والوظيفي الممثلة لهذه العلاقة في الإنسان, ولقد عولجت هذه العلاقة في مختلف أجهزة الجسم بأسلوب بسيط ومدعم بالأشكال والصور التوضيحية, وتم التدرج في توضيح المعلومة بالشكل الذي يتضح من خلاله التشابه بين أجهزة الجسم المختلفة لإنجاز الوظائف بشكل متكامل.

وقد تضـمن كتاب الفصـل الدراسـي الأول التغذية والهضـم, التنفس, النقل, الإخراج, الحركة. أما الفصل الدراسـي الثاني فيشمل التنسيق العصبي والإحساس, الهرمونات النباتية, والحيوان وبيئتهُ الطبيعية.

وختاماً نأمل أن نكون قد وفقنا في مسعانا ونرجو من زملائنا مدرسـي هذه المادة أن لا يبخلوا بملاحظاتهم التي سـتكون لها اثر كبير في تطوير هذا الكتاب ورفع مستواهُ بما فيه خير المسلمين, ولا ننسـى أن نتقدم بالشكر لكل من ساهم في إنجاز هذا الكتاب.

والله ولي التوفيق

الوحدة الأولى

التغذية والهضم

عدد الدروس



المحتوى

- المقدمة
- التغذية في النباتات الخضر
- صبغات البناء الضوئي
- عملية البناء الضوئي
- تفاعلات البناء الضوئي
- العوامل التي تؤثر في عملية البناء الضوئي
- البناء الكيمياوي
- التغذية في الحيوانات
- آليات التغذية في الحيوانات
- الهضم
- القناة الهضمية وأنواعها
- مناطق القناة الهضمية
- أسئلة الوحدة

الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أن يكون قادرا على أن:

1. يشرح مفهومي المخلوقات الذاتية وغير ذاتية التغذية
2. يعرّف الصبغات الأساسية والمساعدة في الجسم النباتي
3. يقارن بين طريقة التغذية وطرح الفضلات في المخلوقات الحية المختلفة
4. يشرح بإيجاز خصائص كل نوع من أنواع عمليات الهضم في الحيوانات
5. يوضح العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي
6. يتأمل قوله تعالى ((وَمَا مِن دَآبَّةٍ فِي الأَرْضِ إِلاَّ عَلَى اللّهِ رِزْقُهَا)) . سورة هود /الآية 6



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: صفائح الكرانا، البلاستيدات الخضراء.
- يقارن بين التغذية الذاتية وغير الذاتية.
- يرسم تركيب البلاستيدة.

التغذية والهضم Nutrition and Digestion

المقدمة

قال تعالى ﴿ كُلُوا۟ وَٱشْرَبُوا۟ وَلَا تُسْرِفُوٓا۟ ۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلْمُسْرِفِينَ ﴾ الأعراف/31

تتجلى قدرة الخالق عز وجل بأن خلق الشمس، وجعلها المصدر الرئيس للطاقة على سطح الأرض التي تنتقل منها الطاقة عبر أشعتها إلى النباتات الخضراء ليتم تحويلها من طاقة ضوئية إلى طاقة كيمياوية كامنة في الغذاء. وتحتاج المخلوقات الحية على اختلاف أنواعها النباتية والحيوانية فضلاً عن الإنسان إلى الطاقة اللازمة لقيامها بالعمليات الحيوية من حركة ونمو وتمثيل وإفراغ وإفراز وغيرها. وتقسم المخلوقات الحية بالنسبة لطريقة تغذيتها إلى قسمين هما: ذاتية التغذية، وغير ذاتية التغذية.

المخلوقات ذاتية التغذية (Autotrophic)

وهي المخلوقات التي تستطيع أن تصنع غذائها بنفسها بإذن الله من مواد أولية لا عضوية بسيطة هي ثنائي أوكسيد الكاربون من الجو، والماء من التربة باستعمال الطاقة الشمسية الممتصة بواسطة المادة

الخضــراء (اليخضــور) والصــبغات الأخرى وتحويلها إلى مواد عضــوية معقدة هي الســكريات، التي تُعدُّ الأســاس في بناء الجزيئات العضوية الأكثر تعقيداً كالبروتينات والدهون، ومن أمثلة هذه المخلوقات الحية: (النباتات الخضــر, وبكتريا البناء الضوئي, وبكتريا البناء الكيمياوي).

المخلوقات غير ذاتية (معتمدة التغذية) (Heterotrophic)

وهي المخلوقات التي تحتاج للمواد العضــوية مثل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والعناصــر المعدنية في غذائها وتتميز هذه المخلوقات بأنها لا تستطيع أن تعتمد على نفســها في الحصــول على غذائها العضــوي, بل تحصــل عليه من مصادر خارجيةٍ. ومن أمثلة هذه المخلوقات: (الحيوانات وبعض الأحياء الخالية من اليخضــور مثل بعض أنواع البكتريا والفطريات والنباتات الزهرية المتطفلة مثل الهالوك الذي يعتمد كلياً على جذور بعض النباتات كالطماطم والباذنجان، فضلاً عن الإنسان الذي يتغذى بهذه الطريقة).

التغذية في النباتات الخضراء

البلاستيدات الخضراء ودورها في عملية البناء الضوئي

البلاســتيدات الخضــراء (Chloroplasts) هي تراكيبُ معقّدة غنية بالأغشية تمثل مركز عملية البناء الضوئي, وتتكون من:

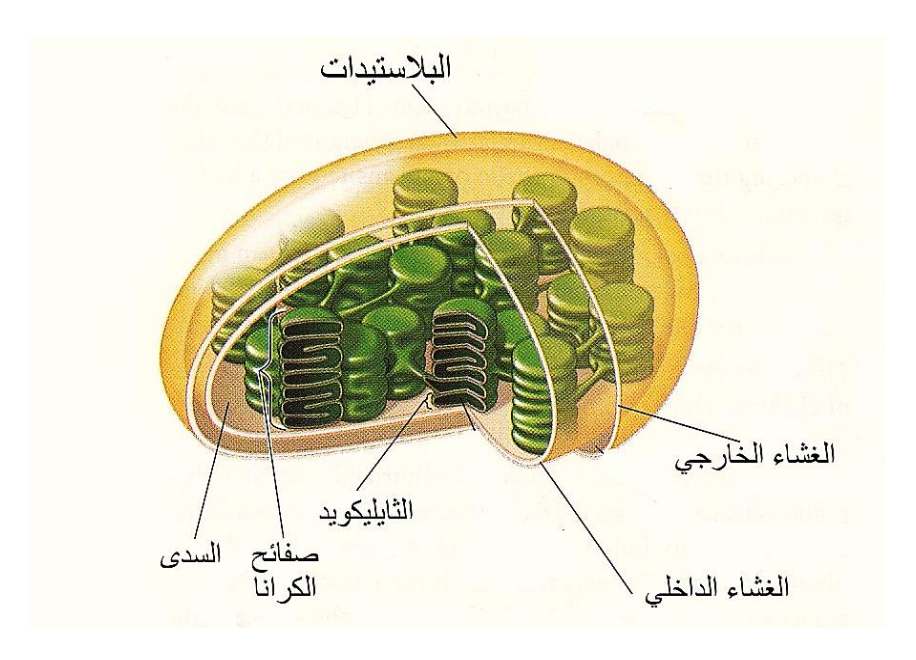
1- **غشاءٍ مزدوجٍ:** ذي نفاذية انتخابية (يسمح بانتشار المواد بمعدلات متفاوتة).

2- **صــفائح الكرانا (Grana lamellae):** تراكيب غشــائية مزدوجة بشــكل صــفائح مرتبة الواحدة فوق الأخرى أو على هيئة أقراص،

ويمتد من الغشـــاء الداخلي للبلاســـتيدة. يوجد على ســـطوحها الكلوروفيل والصبغات الأخرى.

3- صفائح السدى (الستروما) (Stroma lamellae): تراكيب غشائية تصل بين صفائح الكرانا.

4- الســـدى (Stroma): مـادة ذات طبيعة بروتينيـة تمثل أرضـــية البلاســـتيدة، تحتوي على حبيبات نشـــوية وقطرات زيتية، وبعض الأنزيمات، وتكون صفائح الكرانا مغمورةً فيها (شكل 1).



شكل (1) البلاستيدة الخضراء

توجيه

على المدرس القيام برسم تركيب البلاستيدة والتأشير على الأجزاء من قبل الطلاب



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح دور الضوء في عملية البناء الضوئي.
- يقارن بين أنواع من الصبغات المساعدة.
- يعلل اختفاء اللون الأخضر في النباتات في بعض فصول السنة.

صبغات البناء الضوئي (Photosynthetic Pigments)

أولا: اليخضور (الكلوروفيل) (Chlorophylls)

يُعدُّ اليخضـــور من المركبات الحيوية المهمة، إذ يوجد في جميع المخلوقات القادرة على البناء الضوئي، ويكسبها اللون الأخضر، وقد لا يظهر هذا اللون لوجود صبغات أخرى في النبات تطغى ألوانها عليه. وقد تم التعرف إلى أنواع كثيرة من اليخضور, وجميعها تحتوي جزءاً أساسياً واحداً يُسمى البورفرين (Porphyrin) الذي يحوي ذرة مغنيسيوم في المركز. وتختلف أنواع اليخضور بعضها عن بعض في المجاميع المعوضة المرتبطة بذرات الكاربون المكونة لحلقة البورفرين المركزية، إذ تكون المجموعة المعوضة في اليخضور (أ) CH3 وفي اليخضور (ب) CHO. وتبعاً لهذه الاختلافات تعددت أنواع اليخضور ومنها (أ, ب, ج, د). أما بكتريا البناء الضوئي فتحوي يخضوراً خاصاً يُسمى اليخضور البكتيري (أ, ب).

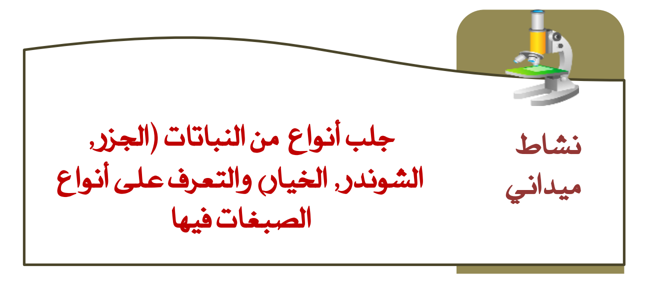
ويُعد اليخضور (أ) من أهم الأنواع، لأنه اليخضور الفعال في عملية البناء الضوئي, أما الأنواع الأخرى لليخضور فهي صبغات مساعدة تمتصُّ الطاقة الضوئية وتنقلها إلى اليخضور (أ).

ثانيا: الصبغات المساعدة

- الكاروتينات ($C_{40}H_{56}$) والزانثوفيلات ($C_{40}H_{56}O_2$)، وهي صبغات تتخذ ألواناً مختلفة كالأحمر والبرتقالي والأصفر والبني، وهي مركبات دهنية لا تذوب في الماء بل تذوب في مذيبات عضوية مثل الكحول.

- الفايكوبلينات: وهي مركبات بروتينية تذوب في الماء منها الزرقاء والحمراء وتعمل جميعها على امتصاص الطاقة الضوئية، ونقلها لليخضور (أ).

ولا يظهر لون هذه الصبغات بسبب تغلب اللون الأخضر لليخضور عليها، ولكن تظهر ألوانها بعد تحلل اليخضور في فصل الخريف.



عملية البناء الضوئي (Photosynthesis)

إن معظم المواد التي تدخل في التركيب الخلوي للأجسام النباتية والحيوانية يأتي من عملية البناء الضوئي بصورة مباشرة وغير مباشرة، لذا يُعدُّ العملية الرئيسة لبناء الغذاء في النباتات الخضراء، وكذلك الطاقة التي تبذلها المخلوقات الحية تستمد أساساً من هذا المصدر, فالطاقة التي تنطلق من أكسدة الأغذية المستعملة في العمليات الحيوية تمثل طاقةً محولة من ضوء الشمس كانت قد احتبست أصلاً في جزيئات المركبات العضوية خلال عملية

البناء الضوئي، فضلاً عن البناء الضوئي هو العملية الكبرى الوحيدة لتجهيز الغذاء في هذا الكون, فهو المصدر الوحيد للأوكسجين في جو الأرض, فالأوكسجين الذي تحتاج إليه جميع المخلوقات الحية يتحرر عن طريق عملية البناء الضوئي.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} C_6 H_{12} O_6 + 6O$$

دور الضوء في عملية البناء الضوئي

تتألف الطاقة الإشعاعية من وحدات دقيقة تُسمَّى فوتونات (Photones) وطاقة الفوتون تُسمَّى كوانتم (Quantum) وتعتمد طاقة الفوتون على طول موجة الشعاع فتكون هذه الطاقة كبيرة كلما كان طول الموجة قصيراً.

إن جزء الطاقة الإشعاعية الذي تستفيد منه المخلوقات التي تقوم بعملية البناء الضوئي هو الضوء المرئي الذي يتحلل عند تمريره خلال موشور زجاجي إلى ألوان تبدأ من البنفسجي وهو الأقصر في طول الموجة إلى الأحمر وهو الأطول.



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: القوة المختزلة، تفاعلات الظلام.
- يبيّن تركيب البلاستيدات الخضراء.
- يقارن بين التفاعلات الضوئية واللاضوئية.
- يرسم مخططا عاما لعملية البناء الضوئي.

تفاعلات البناء الضوئي

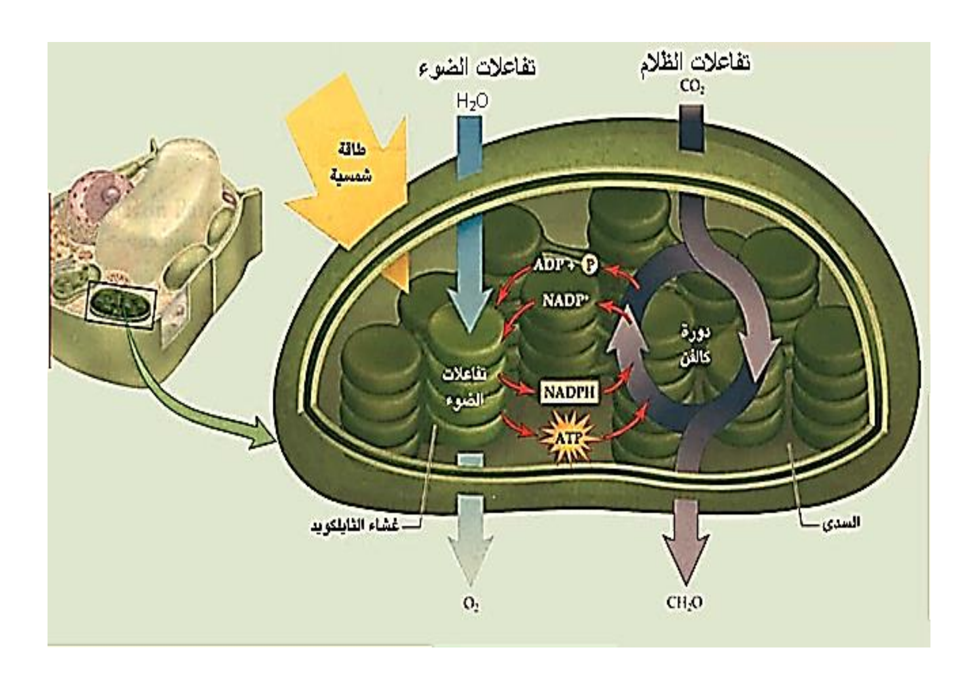
إن مجمل عملية البناء الضوئي في الظروف التجريبية تحدث بمجموعتين من التفاعلات هي التفاعلات الضوئية (Light Reactions) وتفاعلات الظلام (Dark Reactions).

أولا: التفاعلات الضوئية (Light Reactions)

هي تفاعلات يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيمياوية، وتحدث بوجود الضوء، وتكون سريعةً جداً وتتمُّ داخل أغشية الكرانا في البلاستيدات الخضراء حيث يوجد اليخضور (شكل 2)، وتتم على النحو الآتي:

1. ينطلق إلكترون محمل بالطاقة نتيجة امتصاص جزيئات اليخضور الطاقة الضوئية، وتهييجها.
2. ينقل هذا الإلكترون خلال سلسلة من مركبات عضوية تُعرف بالناقلات.
3. فقدان الإلكترون جزءاً من الطاقة التي امتصها أصلاً من الضوء أثناء انتقاله.
4. الطاقة المفقودة تُستعمَل في بناء المركب العضوي المسمى أدينوسين ثلاثي الفوسفات مختصره (ATP).

وبذلك تحوّلت الطاقة الضوئية إلى طاقة كيمياوية متمثّلة بالمركّب الكيمياوي(ATP) الذي يُستخدم في تفاعلات الظلام لاحقاً. كما تتضمن التفاعلات الضوئية تحلل الماء ضوئياً إلى كل من (O_2) والذي يتحرر بشكل غاز كناتج عرضي, وإلى هيدروجين (H) الذي يعمل على اختزال المركب العضوي (NADP) [1] محولاً إياه إلى (NADPH) وهو مركب عضوي مختزل قوي يُستخدم فيما بعد في التفاعلات اللاضوئية. نستنتج مما سبق أن التفاعلات الضوئية تؤدي في النهاية إلى تكوين كل من (ATP) و (NADPH) ويطلق على هذين المركبين معا بالقوة المختزلة.



شكل(2) مخطط عام لعملية البناء الضوئي
(تفاعلات الضوء وتفاعلات الظلام أو ما يعرف بدورة كالفن)

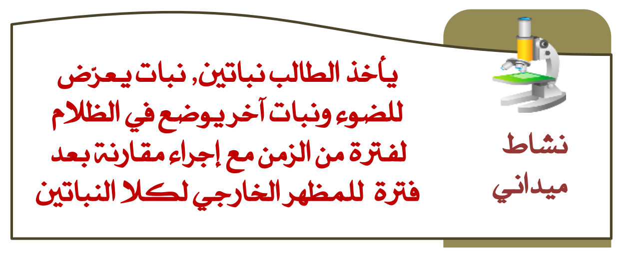
[1] NADP (Nicotineamide Adenine Dinucleotide Phosphate) وهو أنزيم مساعد يشارك في تفاعلات نقل الهيدروجين (الالكترون) الداخلة في تفاعلات البناء الضوئي والتنفس.

ثانيا: تفاعلات الظلام (Dark Reactions)

تجري هذه التفاعلات داخل الستروما (السدى) للبلاستيدات الخضر، وهي تفاعلات لا تحتاج إلى الضوء مباشرة بل تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية(NADPH,ATP) في هذه التفاعلات يُختزل ثنائي أوكسيد الكاربون عن طريق سلسلة مغلقة من تفاعلات تعرف بدورة كالفن (Calvins Recycle)، وخلال هذه السلسلة من التفاعلات تتكون السكريات كما يتكون النشأ (غذاء) أيضاً وذلك على النحو الآتي:

1. دخول CO_2 إلى ستروما البلاستيدة الخضراء.
2. يتحد CO_2 مع السكر الخماسي المسمى رايبلوز ثنائي الفوسفات مكوناً مركباً قلقاً سداسي ذرات الكاربون.
3. يتحلل المركب القلق إلى جزيئتين من حامض الكليسيريك المفسفر PGA (ثلاثي ذرات الكاربون).
4. يختزل PGA إلى كليسير الديهايد المفسفر بفعل القوة المختزلة ATP وNADPH الناتجة عن التفاعلات الضوئية.
5. يمر المركب كليسيرالديهايد المفسفر بسلسلة من تفاعلات مغلقة تنتهي بإعادة تكوين السكر الخماسي رايبلوز ثنائي الفوسفات ليكون موجوداً لاستقبال CO_2.

وخلال سلسلة التفاعلات هذه ينتج أنواع من السكريات كما يتكون سكر العنب (الكلوكوز) وسكر الفواكه (الفركتوز) وكذلك النشويات.





أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعدد العوامل التي تؤثر في عملية البناء الضوئي.
- يقسم النباتات تبعا لاستجابتها لشدة الضوء.
- يعدد الأملاح المعدنية المشتركة في عملية البناء الضوئي.
- يوضح أثر الطول الموجي في معدل عملية البناء الضوئي.

العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي

أولا: تركيز CO2

إن مصدر غاز CO_2 في الجو يأتي من (تنفس الأحياء، احتراق الوقود، الينابيع المعدنية). وتركيز هذا الغاز منخفض في الجو يقدر بحوالي 0.03%، ولهذا يُعدُّ عاملاً محدداً في عملية البناء الضوئي، وإن زيادة تركيز CO_2 تؤدي إلى زيادة معدل البناء الضوئي تحت شدة إضاءة ودرجة حرارة مثلى.

يدخل غاز CO_2 عن طريق الثغور المنتشرة على سطوح الأوراق عندما يقل تركيزه داخل النسيج المتوسط للورقة، وينتشر خلال المسافات البينية في خلايا النسيج المتوسط للورقة. وبما أن غاز CO_2 قابل للذوبان في الماء، فإنه ينتشر بسهولة خلال الجدران الرطِبة في خلايا النسيج المتوسط ويصل البلاستيدات الخضر ليشارك في عملية البناء الضوئي.

ثانيا: الضوء

تقسم النباتات تبعاً لاستجابتها لشدة الضوء إلى نباتات ظل ونباتات شمس، إنَّ لكل نبات مدىً معيناً لتقبلِ شدة الضوء يستطيع في حدوده إنجاز عملية البناء الضوئي، وإنَّ أيّةَ زيادة أو نقصان في هذا المدى يقلل من معدل البناء الضوئي.

إن الأوراق التي تقع في قمم السّيقان تحصل على كمياتٍ أكبرَ من الضوء مما تحصل عليه الأوراق السفلى المظللة بالفروع والأوراق الأخرى.

يستفيد النبات فقط من الضوء الذي يستطيع الكلوروفيل امتصاصه، فتكون عملية البناء الضوئي أقصاها في الطول الموجي الأحمر والأزرق وتحصل بدرجة أقل في الطول الموجي الأصفر والبرتقالي، وتنعدم تقريباً في الطول الموجي الأخضر من طيف الضوء المرئي لأن الكلوروفيل يعكس معظم الضوء الأخضر.

ثالثا: درجة الحرارة

تؤثر على سرعة التفاعلات الكيمياوية وذلك بتأثيرها في نشاط الأنزيمات التي تتحكم في التفاعلات اللاضوئية، يزداد معدل البناء الضوئي بازدياد درجة الحرارة وضمن مدى حراري يتراوح بين (10 - 30) مْ, إلا إن نباتات المناطق الباردة تجري فيها هذه العملية تحت درجات حرارية أقل من 10مْ, كما إن بعض الطحالب التي تعيش في الينابيع تستطيع القيام بهذه العملية عند درجات حرارية عالية قد تصل إلى 75 مْ أو أكثر, ولكل نبات درجة حرارية مثلى تكون فيها عملية البناء الضوئي في أقصاها.

رابعا: الماء

إن قلة كمية الماء في النبات تؤدي إلى:

- نقص الهيدروجين اللازم للتفاعلات اللاضوئية.
- تقليل الضغط الانتفاخي للخلايا الحارسة مما يسبب غلق الثغور فينتج قلة تبادل الغازات.
- نقص دخول Co_2 إلى أنسجة الأوراق فيقل معدل البناء الضوئي.
- انكماش خلايا نسيج الورقة التي تؤثر على حيوية البروتوبلاست.

خامسا: الأملاح المعدنية في التربة

يؤثر نقص بعض العناصـــر المعدنية القابلة للذوبان في محلول التربة مثل الحديد والمغنيسـيوم والنتروجين في تقليل بناء مادة الكلوروفيل الأسـاسـية في التفاعلات الضوئية لعملية البناء الضوئي, في حين يدخل الفسفور في تركيب كل من ATP ورايبلوز ثنائي الفوسفات، وهما مركبان يشتركان في عملية البناء الضــوئي، أما المنغنيز والمغنيســيوم فإنهما يؤثران في فعالية الأنزيمات الضرورية للتفاعلات الضوئية واللاضوئية للبناء الضوئي.

سادسا: عوامل أخرى

أـ عوامل خارجية

- الأتربة في الهواء.
- دخان المصانع والمعامل.
- المعاملة بالمبيدات.
- الأمراض الفطرية والبكتيرية والفايروسية التي تصيب الأوراق.
- توفر غاز O_2 حول الجذور.

بـ عوامل داخلية

- سمك النصل.
- سمك طبقة الكيوتكل.
- عدد الثغور على سطحي الورقة.
- تركيب النسيج المتوسط للورقة.
- عدد البلاستيدات الخضر.
- نشاط الأنزيمات الضرورية لبناء مادة الكلوروفيل.

توجيه

على المدرس أن يبين أن (الأتربة، الدخان، المبيدات) تعمل على سد فتحات الثغور



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من : البناء الكيمياوي, مخلوقات متباينة التغذية, الأيض.
- يعدد أنواع البكتريا التي تستطيع أكسدة المركبات اللاعضوية مع ذكر المعادلات.
- يقسم الحيوانات على أساس سلوكها وعاداتها في التغذية.

البناء الكيمياوي (Chemosynthesis)

إن من أهم طرائق التغذية الذاتية في المخلوقات الحية هي عملية البناء الضوئي، لكنها ليست الوحيدة فهناك بعض أنواع البكتريا تستطيع صنع غذائها بعملية البناء الكيمياوي، إذ يتم فيها بناء جزيئات عضوية من جزيئات لاعضوية في غياب الضوء، ولكي تقوم بذلك عليها أكسدة بعض المركبات الكيمياوية اللاعضوية للحصول على الطاقة كبديل للطاقة الضوئية، وبما أن هذه المخلوقات تحصل على طاقتها الضرورية من أكسدة مركبات لا عضوية بسيطة وتستعملها في بناء مركبات عضوية؛ لذا فهي تعرف بالمخلوقات-ذاتية التغذية- الكيمياوية (Chemoautotrophy). ومن أنواع البكتريا التي تستطيع أكسدة هذه المركبات ما يأتي:

أولا: بكتريا النتريت (النايتروسوموناس) (Nitrosomonas)

وهي من أنواع بكتريا النترجة التي توجد في التربة حيث تؤكسد الأمونيا إلى نتريت بواسطة الأوكسجين على النحو الآتي:

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{بكتريا النتريت}} 2NO_2^- + 2H_2O + 2H^+ + \text{طاقة}$$

ثانيا: بكتريا النترات (النايتروباكتر) Nitrobacter

وهي نوع آخر من بكتريا النترجة توجد في التربة, حيث تؤكسد النتريت إلى نترات على النحو الآتي:

$$2NO_2^{-2} + O_2 \xrightarrow{\text{بكتريا النترات}} 2NO_3^{-2} + \text{طاقة}$$

ثالثا: بكتريا الكبريت

يكثر وجودها في المياه الكبريتية, وتقوم بأكسدة كبريتيد الهيدروجين إلى كبريت وماء, وتنطلق في هذه العملية طاقة كيمائية تُستعمَل لاختزال CO_2 بهيدروجين كبريتيد الهيدروجين لتكوين مركبٍ عضوي خازن للطاقة, وفق المعادلات الآتية:

$$2H_2S + O_2 \xrightarrow{\text{بكتريا الكبريت}} 2S + 2H_2O + \text{طاقة كيميائية}$$

$$2H_2S + CO_2 \xrightarrow{\text{طاقة كيميائية}} \underset{\text{كاربوهيدرات}}{(CH_2O)} + H_2O + 2S$$

التغذية في الحيوانات

تعُّد جميع الحيوانات تقريباً مخلوقات متباينة التغذية (Heterotrophic) فهي تعتمد على المركبات العضوية الجاهزة من النباتات والحيوانات الأخرى التي تستمد منها الطاقة فيما بعد في النمو والتكاثر والحفاظ على النوع، وعادةً ما يتكون غذاء الحيوانات من الأنسجة المعقدة للمخلوقات الحية الأخرى، التي غالبا ما تكون ذات أحجام كبيرة بحيث يصعب امتصاصها

مباشرة بواسطة خلايا الجسم، لذا يجب هضمها لتصبح جزيئات ذائبة صغيرة بالقدر الكافي الذي يسهل معه امتصاصها. تقسم الحيوانات إلى عدة أقسام على أساس سلوكها وعاداتها في التغذية:

1. آكلات الأعشاب (Herbivorous) مثل الأغنام.
2. آكلات اللحوم (Carnivorous) مثل النمور.
3. القوارت (Omnivorous) مثل الإنسان يجمع في تغذيته بين الأعشاب (نباتات) ولحوم الحيوانات. تعد عملية ابتلاع الطعام وتحويله إلى مواد بسيطةٍ بواسطة عملية الهضم هي الخطوات الأولى في عملية التغذية, إذ يتحول الطعام بعمليات الهضم إلى جزيئات ذائبة تُمتصُّ بواسطة الدم، وتتم أكسدة نواتج المواد الغذائية لكي يحصل المخلوق الحي على الطاقة والحرارة اللازمة من هذه المواد, ومجمل هذه العمليات تُسمَّى الأيض (Metabolism).



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يشرح آلية التغذية.
- يوضح آلية حصول دودة النيرس على الفريسة.
- يبيّن أنواع الأسنان في الحيوانات.

آليات التغذية Feeding Mechanisms

تعددت آليات الحصـــول على الغذاء في معظم الحيوانات لاختلاف أنواعها، ومن بين هذه الآليات ما يأتي:

أولا: الطريقة المباشرة (التغذية على السوائل)

القليل من الحيوانات تمتصُّ الغذاء مباشرة من بيئتها مثل الطفيليات:

أ- الطفيليات الداخلية: تقوم بعضـها بامتصـاص المواد الغذائية المحيطة بها والتي يقدمها المضـيف بينما يقوم بعضـها الآخر بتمزيق جدران الأمعاء وامتصاص الدم، ومثال ذلك هو الزحار الأميبي.

ب- الطفيليات الخارجية: تُستعمَل أجزاء فم ثاقبة ماصة للتغذي على الدم مثل العلق والحشرات فضلاً عن اللامبري.

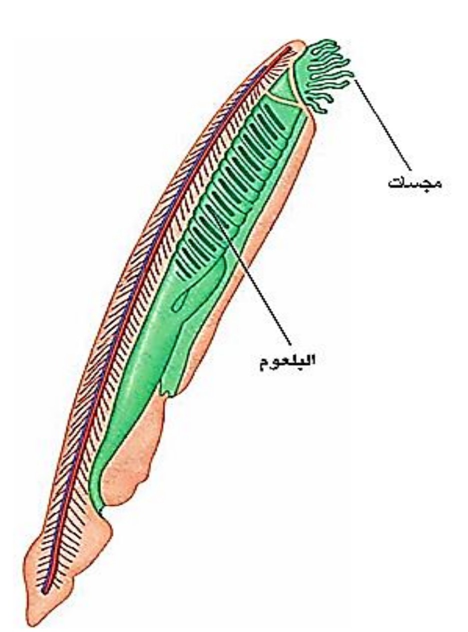
هناك أيضـا أنواع أخرى من اللافقريات المائية تمتص جزءاً من غذائها مباشرة من المياه.

ثانيا: التغذية على المواد الدقيقة (الهائمات)

تمثل الهائمات (Planktons) مخلوقات حية دقيقة نباتية أو حيوانية تنتشر في المحيطات والبحار, ولصغر حجمها لا تستطيع مقاومة تيارات الماء.

تفترس الهائمات (العوالق) من قبل الحيوانات الأكبر منها حجماً مثل بعض اللافقريات والفقريات مستعملة في ذلك طرقاً متباينة للتغذية وتُسمى التغذية الترشيحية (Filter feeding), والحيوانات التي تتغذى بهذه الطريقة لها تراكيب جسمية (مجسات) تحدث بواسطتها تيارات لدفع الماء مع الغذاء باتجاه الفم, كالرميح والكثير من اللافقريات.

فضلاً عن العديد من الفقريات الأولية التي تلتقط دقائق الطعام بواسطة الطبقة المخاطية المبطنة للجوف وتنقلها إلى القناة الهضمية، وهناك بعض القشريات تُستعمَل أرجلها المهدبة لجلب تيارات الماء مع دقائق الغذاء إلى داخل الفم.



شكل (3) الرميح وهو من الحبليات الأولية مثالا نموذجيا للتغذية الترشيحية

أما التغذية على الرواسب فهي طريقة للحصول على الغذاء من بقايا المواد العضوية المترسبة التي تتراكم في القاع بواسطة لواصق جسمية توصل الرواسب إلى فتحة الفم كما هو في الديدان الحلقية، والعديد من نصفية الحبل، كما تستطيع بعض الرخويات جمع الرواسب الغذائية.

ثالثا: التغذية على كتل الطعام

تعد الأطراف الأمامية من أهم التراكيب في الحيوان للحصول على الطعام الصلب وكذلك هناك أعضاء تركيبية خاصة تلائم ما يتناوله الحيوان من طعام، ومثال ذلك:

أ- تقليل حجم الغذاء الذي تتناوله الكثير من القشـريات باسـتعمال أجزاء الفم القاطعة.

ب- للحشرات ثلاثة أزواج من الفكوك على رأسها:

- الزوج الأول: أسـنان كايتينية متصـلبة تُسـتعمَل لقطع وسـحق الطعام وفكوك مسـاعدة في تمزيق الطعام وتذوقه فضـلاً عن تنظيف قرون الاستشعار والأرجل الأمامية.
- الزوج الثاني: فكوك قابضة.
- الزوج الثالث: الشـفة السـفلى التي تدفع بالطعام إلى التجويف قبل الفمي.
- دودة النيرس: من الديدان عديدة الأهداب تمتلك بلعوماً عضـلياً مدعماً بفكوك كـايتينيـة لـه القدرة على الخروج بسـرعـة كبيرة للقبض على الفريسة ثم تنكمش وتبتلع الفريسة.

ج- تُستعمَل الفقريات المفترسة أطرافها الأمامية للإمساك بالفريسة بسهولة وبعضها يستعمَل سمومها للتخدير أو قتل الفريسة قبل إمساكها.

وتوجد في اللبائن أربعة أنواع من الأسنان لإنجاز عملية مضغ وتمزيق الطعام وكل نوع له وظيفة خاصة به على النحو الآتي:

1- القواطع (Incisors) متخصصة لعمليات العض والقطع والتقليم.
2- الأنياب (Canines) متخصصة لعمليات القبض والثقب والتمزيق.
3- الضواحك (Permolars) متخصصة لعمليات الطحن والسحق.
4- الطواحن (Molars) متخصصة لعمليات الطحن والسحق.

الحيوانات المختلفة تفتقد بعض أنواع الأسنان حسب عادات وخصوصيات تغذيتها, فمثلاً نجد أن الأنياب مفقودة في آكلات الأعشاب ولكن تعوض عنها بطواحن أكثر تخصصاً، فضلاً عن وجود زوائد في المينا تساعد في عملية طحن الطعام، أما القوارض فتمتلك قواطع حادة تستمر بالنمو طيلة حياة الحيوان، ويتآكل جزء منها لتحافظ على مقاسها أثناء النمو، وقد يحصل تغيرٌ كبير لبعض الأسنان بحيث تصبح صالحة لعمليات الثقب والقرض.

نشاط ميداني

جلب نماذج تصويرية يوضح فيها أنواع الأسنان في اللبائن



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف عملية الهضم.
- يعدد أنواع الهضم في عالم الحيوان.
- يرسم عملية الهضم في الاسفنجيات والأحياء وحيدة الخلية.
- يعدد وظيفة القناة الهضمية

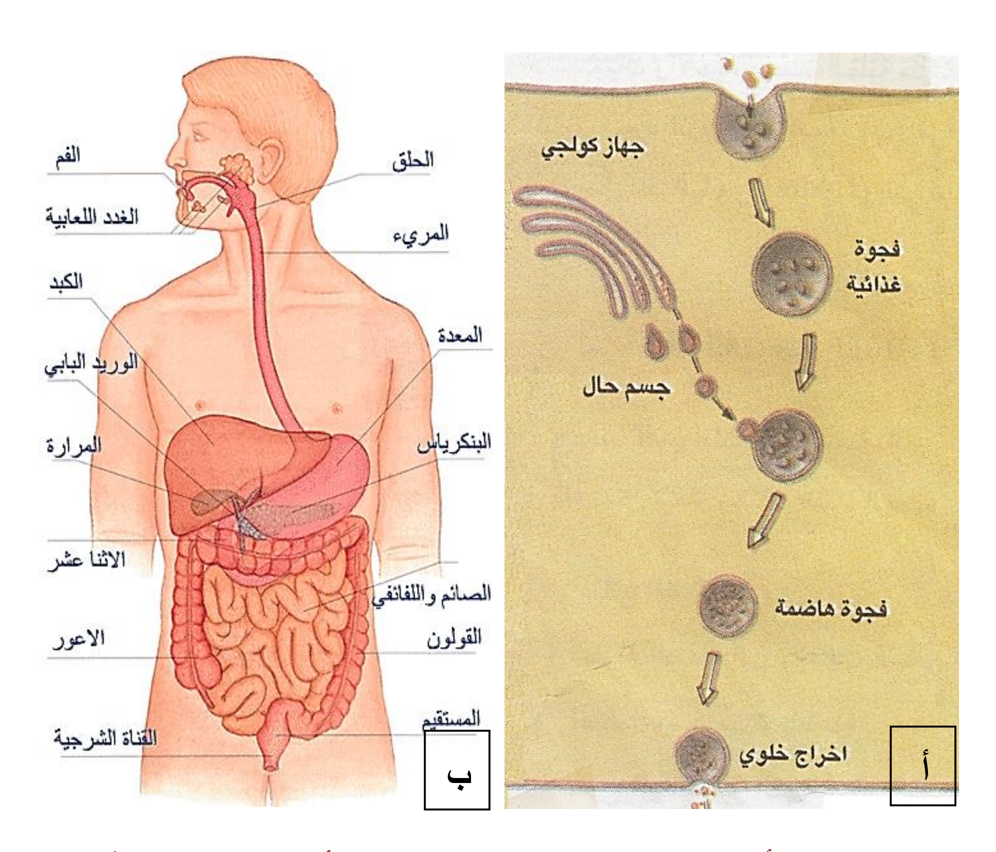
الهضم (Digestion)

عملية الهضم هي عملية تفتيت الطعام (الغذاء)، فالغذاء العضوي يتم تفتيته آلياً وكيمياوياً إلى وحدات صغيرة ليسهل امتصاصها في الأمعاء, ويجب على كل الحيوانات تحويل هذه المواد الممتصة إلى مواد عضوية شبيهة بتلك التي يتكون منها جسمه، وعند استعراض عمليات الهضم نجدها ثلاثة أصناف هي:

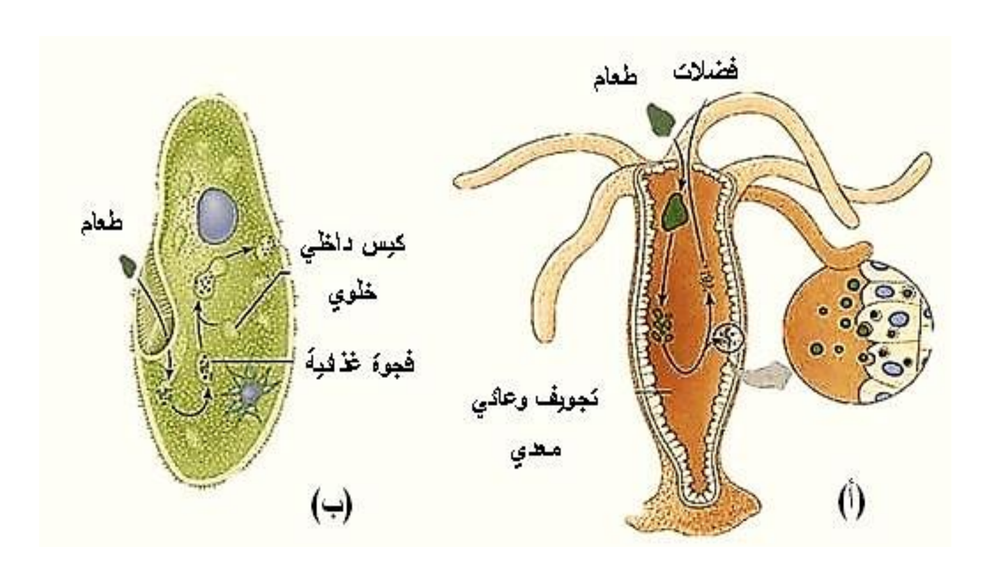
1. الهضم داخل الخلايا (الهضم الداخلي) كما في الإسفنجيات والأحياء وحيدة الخلية (شكل 4 – أ).
2. الهضم خارج الخلايا (الهضم الخارجي) يتم داخل تجويف القناة الهضمية كما في الإنسان (شكل 4 – ب).
3. الهضم المختلط: الذي يجمع بين الصنفين السابقين كما في الهايدرا (شكل 5 أ– ب).

ونجد هذه الأصناف في مختلف الشعب الحيوانية بما في ذلك الحيوانات التي تمتلك قناة هضمية.

ويقتصر الهضم في الإسفنجيات والأحياء الواطئة مثل الطليعيات على الهضم الداخلي، أما الأنواع التابعة للشعب الأخرى فيتم فيها الهضم خارج الخلايا وإلى حد ما داخلها. ويمكن تصنيف الهضم بالنسبة لنوعية النشاطات التي تدخل فيه إلى الهضم الآلي والهضم الكيمياوي.



شكل (4) أ. الهضم الداخلي في الإسفنجيات والأحياء وحيدة الخلية
ب. الهضم الخارجي في الإنسان (للاطلاع)



شكل (5) أ-الهضم المختلط في الهايدرا
ب- الهضم الداخلي في البراميسيوم

وظائف القناة الهضمية

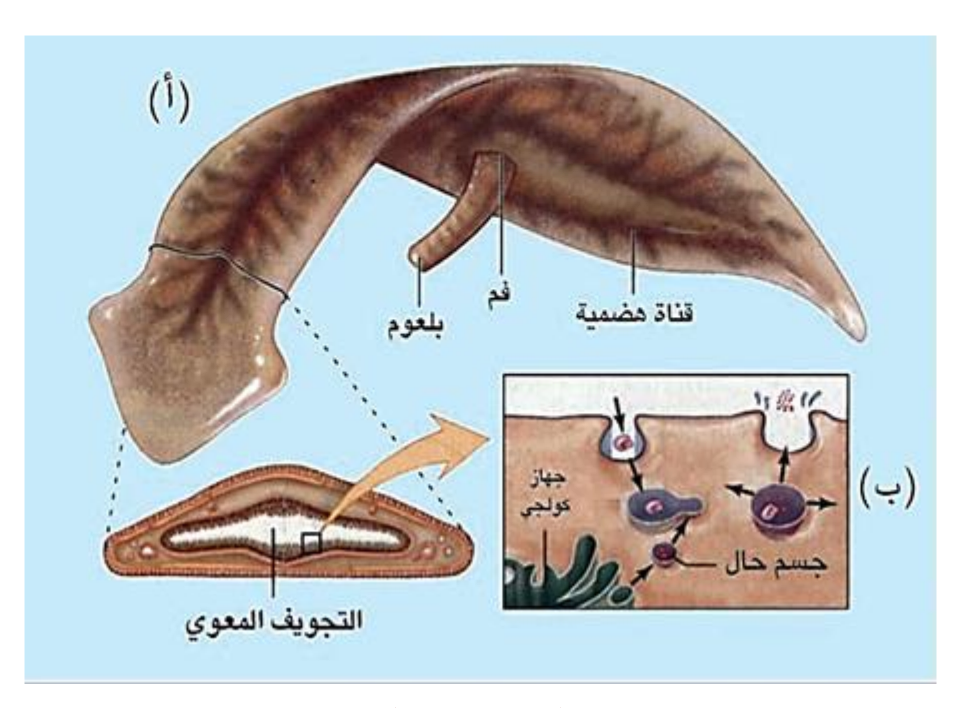
1- تناول الغذاء.
2- هضم الغذاء.
3- امتصاص الغذاء.
4- طرح الفضلات خارج الجسم.

أنواع القناة الهضمية

أولا: القناة الهضمية غير المكتملة

قناة توجد فيها فتحة واحدة فقط هي الفم (Mouth) وتستعمل لإدخال الطعام وإخراج الفضلات. يوجد هذا النوع في البلاناريا (Planaria) وهي من الديدان المسطحة (شكل 6), تبدأ قناتها الهضمية بالفم ثم البلعوم العضلي ثم التجويف المعدي الوعائي الذي يتفرع إلى تفرعات

كثيرة في خلايا الجسم، وتتغذى البلاناريا على الحيوانات المائية الصغيرة والفتات العضوي أي إنها آكلة لحوم، وعندما تتغذى البلاناريا يخرج البلعوم خارج الجسم وينطوي الجسم حول الفريسة ويمتص البلعوم الغذاء، والأنزيمات الموجودة في القناة الهضمية تسمح لبعض الهضم الخارجي، ولكن الهضم يتمُّ بشكل رئيس داخل الخلايا المبطنة للقناة الهضمية.



شكل (6) القناة الهضمية غير المكتملة في البلاناريا (للاطلاع)

أ-البلاناريا ومقطع فيها يبين التجويف المعوي

ب- عملية الابتلاع خلال غشاء الخلية

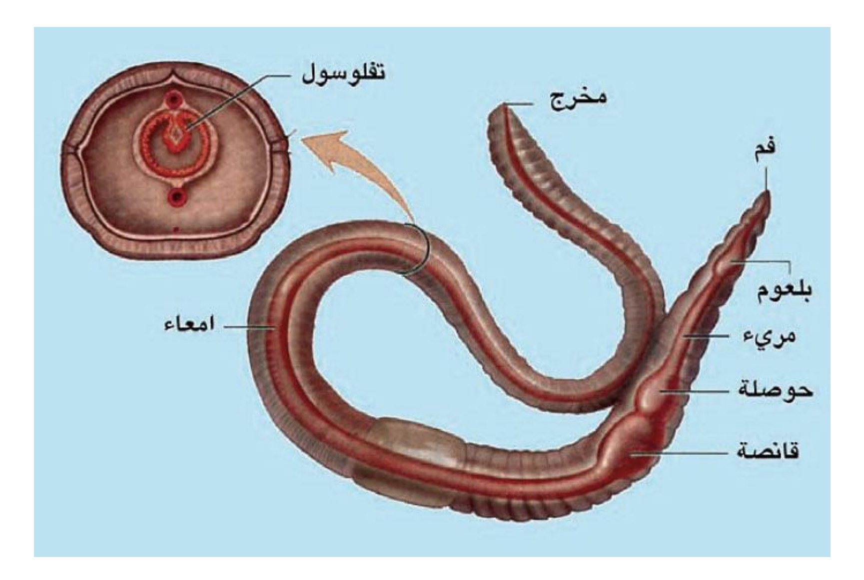


أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يقارن بين القناة الهضمية المكتملة وغير المكتملة.
- يعلل : زيادة قابلية امتصاص الغذاء في جدران الأمعاء الدقيقة.
- يوضح منطقة استقبال الغذاء تشريحيا ووظيفيا.

ثانيا: القناة الهضمية المكتملة

قناة تبدأ بفتحة الفم، وتنتهي بفتحة المخرج، مثل دودة الأرض التي تتغذى على المواد العضوية المتفسخة في التربة، والبلعوم العضلي يمتص الغذاء ليدخل إلى الحوصلة Crop، التي تمثل منطقة خزن الغذاء، ثم ينتقل إلى القانصة (Gizzard)، التي تتميز بجدران عضلية سميكة تسحق وتطحن الطعام بوساطة حبيبات الرمل، والهضم يكون عادةً خارجياً في الأمعاء. تزداد قابلية امتصاص الغذاء المهضوم عن طريق وجود طيةٍ في جدار الأمعاء لزيادة سطح الامتصاص تُعرف بالتفلوسول، والغذاء غير المهضوم يطرح للخارج عبر فتحة المخرج (Anus)، لاحظ الشكل (7).



شكل (7)

القناة الهضمية المكتملة في دودة الارض

الحركة في القناة الهضمية

تتم حركة الغذاء داخل القناة الهضمية بواسطة:

1- حركة الأهداب تحصل في الحيوانات عديمة التجويف الجسمي وذات التجويف الكاذب.

2- تقلص وانبساط العضلات يحصل في الحيوانات ذات التجويف الجسمي الحقيقي.

3- الأهداب والعضلات معاً.

ويوجد نوعان من العضلات في جدار القناة الهضمية في الحيوانات ذات الجوف الحقيقي، عضلة طولية، وعضلة دائرية، وهما مسؤولان عن حركة القناة الهضمية.

التركيب التشريحي والوظيفي للقناة الهضمية

تظهر القناة الهضمية في الحيوانات المختلفة تبايناً تركيبياً نتيجة للحاجة الوظيفية لكل جزءٍ من أجزاء القناة الهضـــمية، ونتيجةً لطبيعة الغذاء، وفيما يأتي إيجاز عن أجزاء القناة الهضمية تبعاً للوظيفة:

1- منطقة استقبال الغذاء

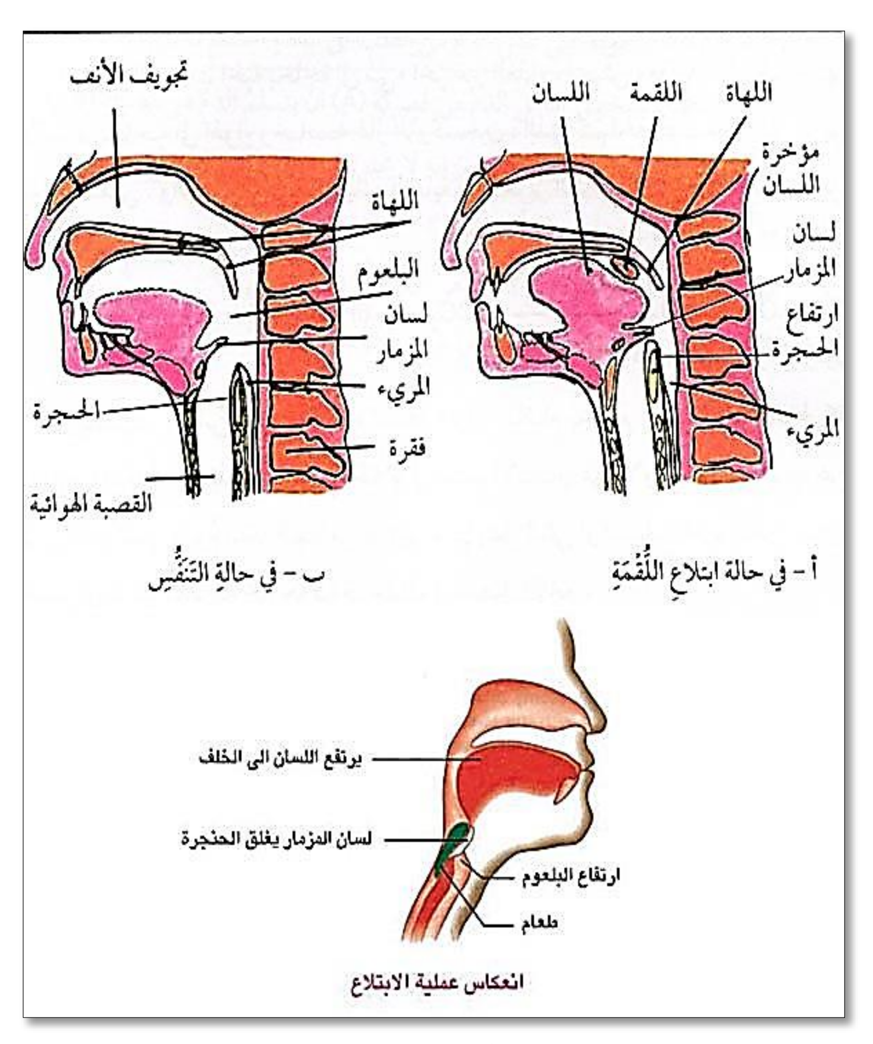
تتمثل في الفم ويحصل فيه نوعان من الهضم:

أـ الهضم الآلي

يحوي الفمُ على (اللســـان، الأســـنان، المناقير، الغدد الفمية) ويُعد اللسانُ صفةً مميزة للفقريات ويقوم بتقليب الطعام وتدويره في تجويف الفم أثناء تقطيع الطعام، ومن ثم تمزيقه وطحنه من قبل الأســـنان. فعندَ الإنســـان تبدأ عملية البلع عندما يدفع اللســـان اللقمة (كتلة الطعام) المرطبة باللعاب باتجاه البلعوم، وعند ذلك تُسدَ الفتحة الأنفية الداخلية ويغلق فتحة الممر التنفسي (الرغامي) بواسطة لسان المزمار لمنع اندفاع الطعام إلى الرغامي، وبذلك يندفع الطعام إلى المريء وبتقلص وبانبساط عضلات المريء يتحرك الطعام للمعدة.

بـ الهضم الكيمياوي

يقوم أنزيم الاميليز اللعابي بهضـــم النشـــويات وتحويلها إلى ســـكر المالتوز ثم إلى سكر الكلوكوز، ويهضم نصف النشويات تقريباً ويهضم الباقي في المعدة، وكذلك يقوم بتكسـير المواد الكاربوهيدراتية من نشـا حيواني أو نباتي، ويوجد هذا الأنزيم في حيوانات آكلة الأعشـــاب من الرخويات، بعض الحشرات، اللبائن ومنها الإنسان وغيرها.



شكل (8) عملية ابتلاع الطعام (للاطلاع)



أن يكون الطالب قادرا على أن:

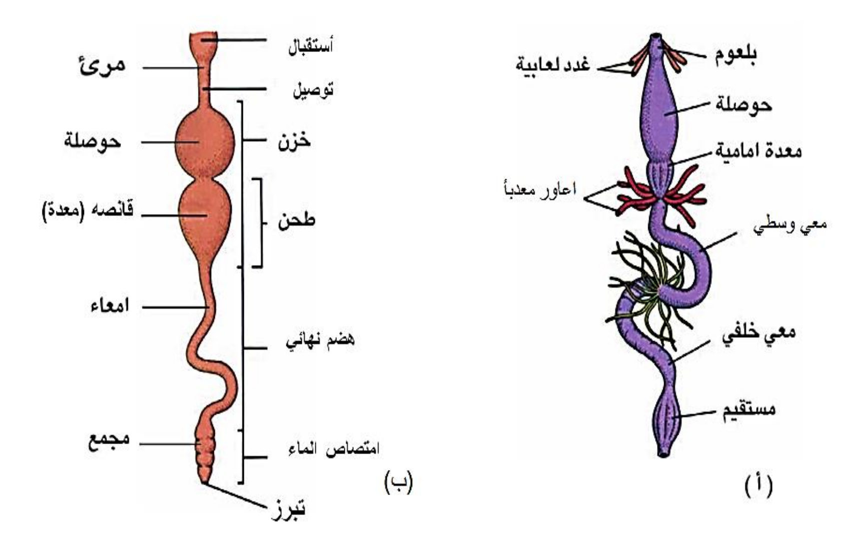
- يعرف الزغابات.
- يعدّد أنواع الغدد الفارزة الموجودة في جدران المعدة.
- يرسم مع التأشير تركيب الزغابة في الإنسان.
- يرسم القناة الهضمية في الحمامة.

2- منطقة التوصيل والخزن

يُعدُّ البلعوم والمريء في الحبليات والعديد من اللافقريات جزء القناة الهضمية الخاص بنقل وتوصيل الطعام إلى منطقة الهضم، فضلاً عن أن المريء قد يتوسع الجزء الأمامي منه ليكون تركيباً حوصلياً يعرف بالحوصلة، وتستعمل لتخزين الطعام قبل هضمه، وفي الطيور تُستعمَل الحوصلة لتخزين وترطيب الطعام (الحبوب) قبل مروره إلى المعدة أو قد تسمح للطعام بأن يتخمر تخميراً معتدلاً قبل عملية إرجاعه لإطعام الصغار لاحظ الشكل (9 – أ).

3- منطقة الطحن والهضم المبكر

يتم هضم الطعام وخزنه لمدة معينة في معدة معظم الفقريات وعدد من اللافقريات، إذ أن الطعام يمتزج بالعصارة الهضمية كما يتم فيها الطحن الآلي لبعض الطعام نتيجة تقلص وانبساط العضلات خاصةً النباتي الذي يحتوي مادة السيليلوز الصلبة حيث يبطن جزء من المعدة بنسيج ضام قوي مدعم بطبقة عضلية في جدارها, مثل هذه العملية تحصل في قليلة الأهلاب, مفصلية الأرجل والطيور (شكل 9– ب).



شكل (9) أ- القناة الهضمية في الصرصر
ب- القناة الهضمية في الحمامة

والمعدة في آكلات اللحوم والأعشاب من الفقريات تكون بشكل تركيب عضلي سميك نسبياً، وجدارها يحتوي غدداً تفرز أنزيمات هاضمة للبروتين وحامض قوي يمثل أحد التكيفات الملائمة لقتل الفريسة ووقف النشاط البكتيري، وعندما يصل الطعام إلى المعدة عبر الفتحة الفؤادية التي تتوسع بفعل العضلات التي توجد في جدرانها لتستقبل الطعام ومن ثم تنغلق الفتحة لتمنع عودة الطعام للمريء مرة أخرى شكل (10).

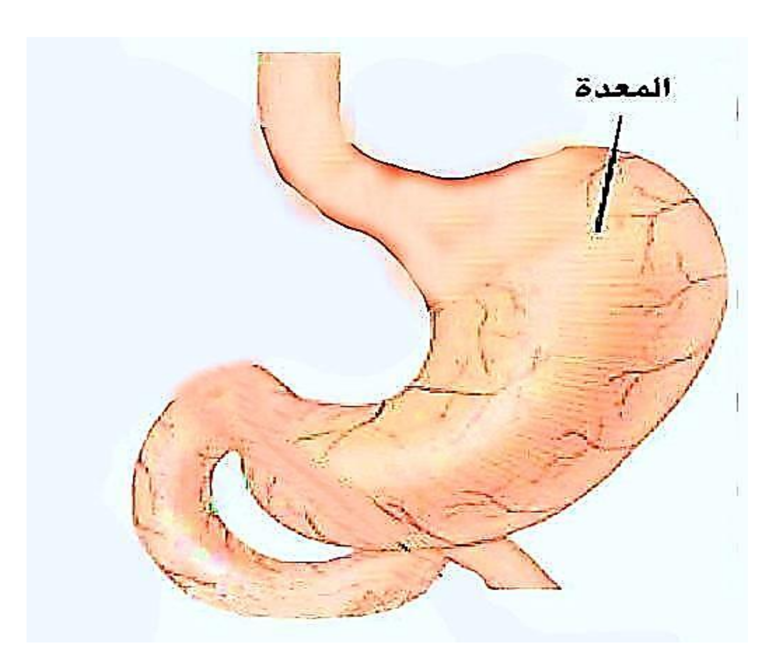
ويوجد في جدار المعدة في الإنسان العديد من الغدد الفارزة للعصارات الهضمية وهي:

أ- **الخلايا الرئيسة:** تفرز أنزيم الببسين (Pepsin) الهاضم للبروتينات الذي يعمل في وسط حامضي، ويقوم بتكسير الروابط بين السلاسل الببتيدية في جزيء البروتين. ومعدة المجترات والأطفال تفرزُ أنزيم الرينين الذي يخثر اللبن وهي مهمة لإبقاء اللبن في المعدة لهضمها

بفعل بعض أنزيمات المعدة، وفي الإنسان البالغ يتم هضم اللبن بوساطة أنزيم الببسين الحامضي.

ب- الخلايا الجدارية Parietal Cells: تفرز حامض الهيدروكلوريك.

إن عصارات المعدة تفرز بفترات متفاوتة وحسب الحاجة، إلا إن هناك جزءاً صغيراً يفرز باستمرار حتى أثناء فترة الصيام.



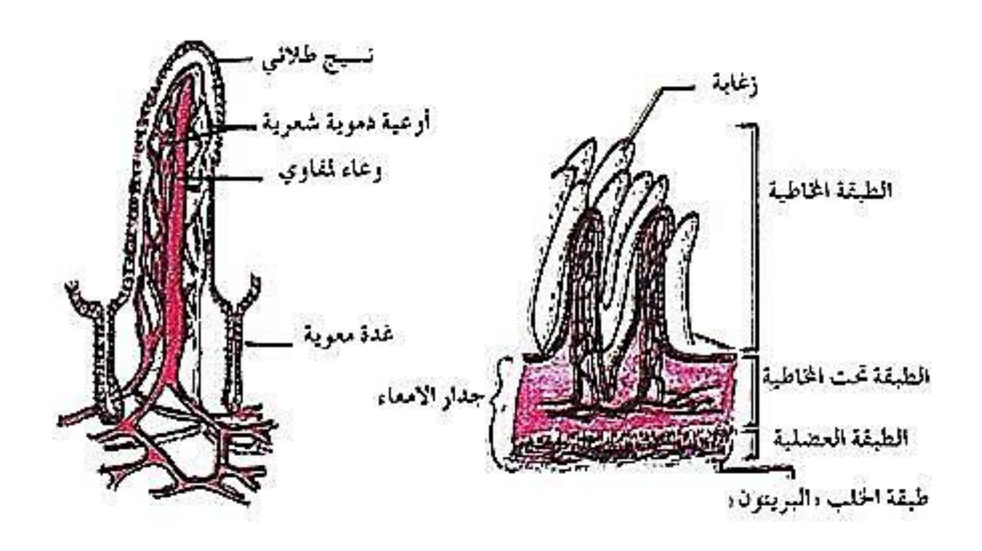
شكل (10) المعدة في الإنسان

4- منطقة الهضم النهائي والامتصاص

تتمثل بالأمعاء وهي تتباين في طولها وشكلها، إذ تكون طويلة كثيرة الالتفاف في الحيوانات التي تتغذى على النباتات, بينما تكون قصيرة في آكلات اللحوم، وقد تظهر الأمعاء تراكيب إضافية لزيادة المساحة السطحية للهضم والامتصاص, وقد لا يتسع تجويف جسم بعض الحيوانات إلى احتواء

أمعاء ملتفة، فتنشأ في مثل هذه الحالة في الأمعاء صمام حلزوني كما هو في الكواسج. وفي الفقريات تحوي بطانة الأمعاء بروزات إصبعية تُسمَّى الزغابات (Villi) وتوجد على حافتها العديد من الزغيبات (Microvilli).

يتدفق الطعام في الفقريات من المعدة إلى الأمعاء عبر الفتحة البوابية.



شكل (11) تركيب الزغابة في الأمعاء الدقيقة للإنسان

إذ إن الجزء الأول من الأمعاء وهو الاثنا عشري الذي تصب فيه عصارتان هضميتان هما الصفراء (Bile) والعصارة البنكرياسية, ويُطلق على الطعام في هذا الجزء من القناة الهضمية بالكيموس.



أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يوضح عمل أنزيمات البنكرياس.
- يعرف العصارة الصفراء.
- يعدد وظائف الأمعاء.

أنزيمات البنكرياس (Pancreatic Enzymes)

يُقدر حجم العصارة البنكرياسية في الإنسان بحدود لترين يومياً، وهي تحوي العديد من الأنزيمات المهمة لعملية الهضم وبشكل خاص هضم البروتينات, وهذه الأنزيمات هي:

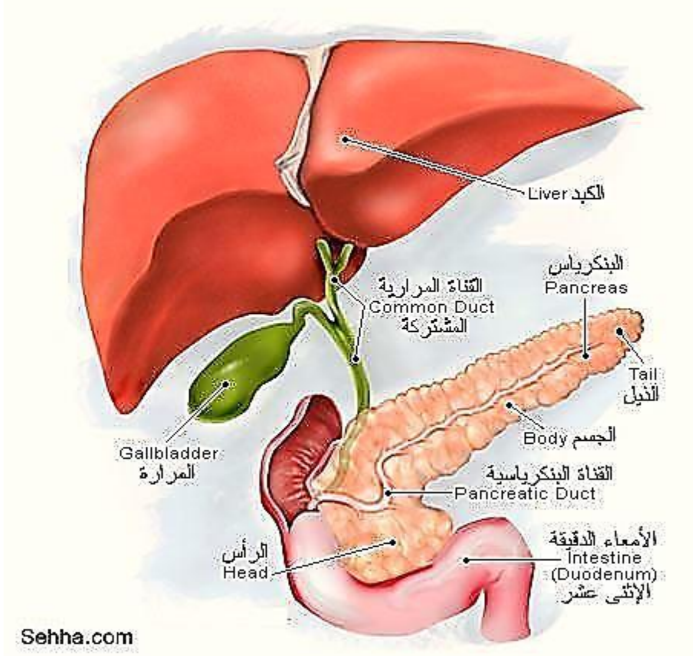
1. أنزيم التربسين (Trpsin) والكيموتربسين (Chemotrpsin) اللذان يكملان عملية هضم البروتينات التي بدأت في المعدة بفعل أنزيم البيسين.
2. أنزيم الكاربوكسيببتيديز (Carboxy peptidase) الذي يعمل على فصل الأحماض الأمينية من المجموعات عديدة الببتيدات.
3. أنزيم اللايبيز البنكرياسي (Lipase) الذي يحلّل الدهون إلى كليسرول وأحماض دهنية.
4. أنزيم الاميليز البنكرياسي (Amylase) الذي يقوم بتكسير جزيئات النشأ.
5. أنزيمات نووية (Nucleases) تعمل على تكسير الأحماض النووية DNA و RNA.

العصارة الصفراء (Bile)

عصارة يفرزها الكبد، ويخزن الزائد منها في كيس الصفراء, لا تحتوي العصارة الصفراء على أنزيمات بل تتكون من ماء وأملاح الصفراء والصبغات (يكون بلون ذهبي). الصفراء هي من نواتج تكسر هيموكلوبين خلايا الدم الحمر الهرمة، وتعطي للبراز لونه الخاص, تصب عصارة الصفراء في الاثني عشر بوساطة قناة الصفراء, وعصارة الصفراء مهمة لإتمام امتصاص الدهون.

أهم وظائف الكبد

1. إزالة السمية من الدم.
2. خزن الحديد, وفيتامينات A , B12 , D , E.
3. صنع بروتينات الغشاء الخلوي مثل الألبومين (Albumine) ومولد الليفين (Fibrinogen) من الأحماض الأمينية.
4. خزن الكلوكوز بشكل كلايكوجين بعد وجبة الغذاء وتجزئتها إلى الكلوكوز ثانيةً لحفظ مستوياتها في الدم في المدة التي تكون بين وجبات الطعام.
5. إنتاج اليوريا نتيجة تجزئة الحوامض الأمينية.
6. إزالة البلروبين (Bilirubin) وتجزئة ناتج هيموكلوبين الدم وإنتاج المادة الصفراء منها.
7. تنظيم مستوى الكولسترول في الدم.



شكل (12) الكبد والبنكرياس في الإنسان

وظائف الأمعاء

نشاط ميداني

يقوم الطالب بالتعرف إلى الكبد والبنكرياس في القناة الهضمية للحمامة التي سبق وتم تشريحها وحفظ هذه الأجزاء

تقوم الأمعاء الدقيقة بالوظائف الآتية:

1. امتصاص الكاربوهيدرات بشكل سكريات بسيطة مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز لكون الأمعاء لا تسمح بنفاذية السكريات المتعددة.
2. امتصاص البروتينات بشكل أحماض أمينية.
3. نقل السكريات البسيطة والأحماض الأمينية عبر الطبقة الظهارية للأمعاء عن طريق النقل الفعال والانتشار البسيط.
4. الأحماض الدهنية تتحوّل إلى كليسيريدات ثلاثية، وخلال مرورها في الطبقة الظهارية للأمعاء تمر خارج الخلايا إلى الوعاء اللبني ثم إلى الوعاء اللمفاوي ثم إلى الوعاء الصدري لينقلها إلى الدم.



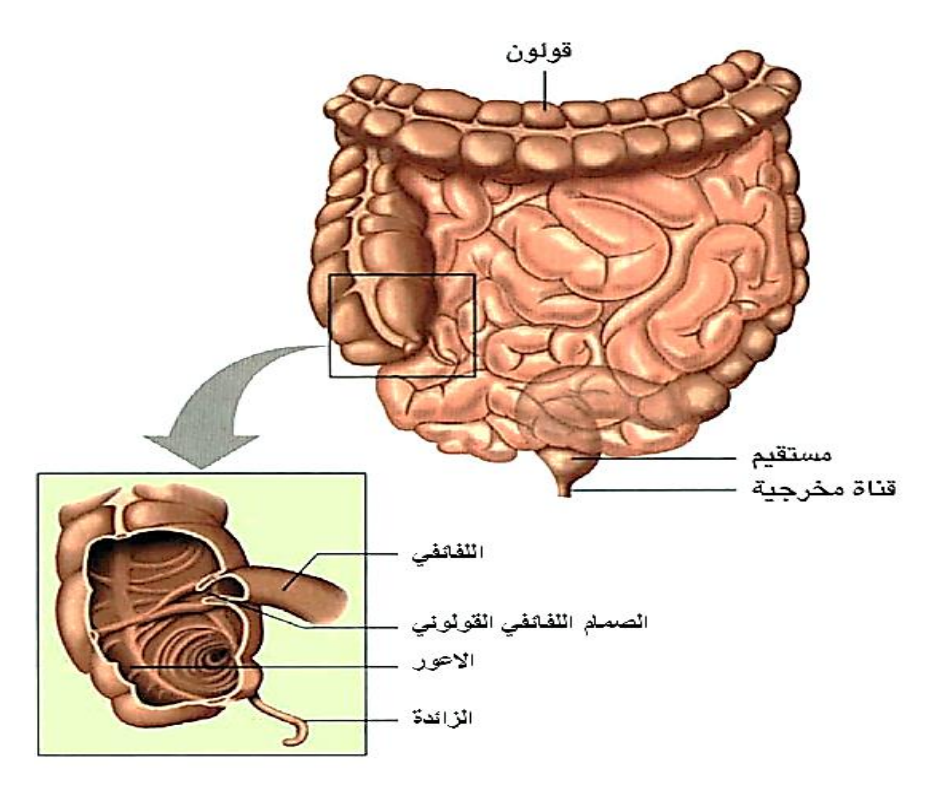
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يذكر بعض المصطلحات العلمية التي وردت في الفصل.
- حل أسئلة الوحدة.

منطقة امتصاص الماء وتركيز المواد الصلبة

تتحول بقايا الطعام غير المهضوم (الفضلات) في الأمعاء الغليظة إلى كتلٍ صلبة نتيجة امتصاص الماء منها تمهيداً لإخراجها بشكل براز خلال عملية التبرز, لعملية إعادة امتصاص الماء أهمية كبيرة خصوصاً في الحيوانات التي تعيش في المناطق الجافة، ومثال ذلك:

1. الحشرات: تحتفظ بالماء في المستقيم، إذ توجد فيه غدد تُعرف بغدد المستقيم (Rectal Glands) تقوم بامتصاص الماء والأملاح كلما احتاج الحيوان لذلك.
2. الزواحف والطيور: يتم امتصاص معظم الماء من الفضلات في منطقة المجمع.
3. الإنسان: يحتوي القولون على عدد هائل من البكتريا التي تستطيع أن تكسر بعض المركبات العضوية في المواد الإخراجية والبراز وتحويلها إلى مادة غذائية مفيدة مثل صنع بعض الفيتامينات (فيتامين K وكميات قليلة من بعض أنواع فيتامين B) التي تمتص بواسطة الجسم (شكل 13).



شكل (13) الأمعاء الغليظة في الإنسان

أسئلة الوحدة الأولى

أولا: ضع علامة (√) بجانب العبارة الصحيحة، وعلامة (X) بجانب العبارة الخاطئة، وصحح الخطأ فيها إن وجد

▢1 . تتضمن تفاعلات الضوء تحلل الماء إلى هيدروجين وأوكسجين ويعمل الهيدروجين على اختزال المركب المعروف (ATP).

▢2 . تُحاط البلاستيدة الخضراء بغشاءٍ ثنائي الطبقة، وغالباً ما تكون طبقته الخارجية ذات طياتٍ تُسمَّى أغشية السدى.

▢3 . الكاروتينات عبارة عن مركبات بروتينية تذوب في الماء وتتخذ اللون الأزرق والأحمر، وتعمل على امتصاص الطاقة الضوئية.

▢4 . تمتلك بعض اللافقريات بلعوماً عضلياً مدعماً بفكوك كايتينية تستعملها للقبض على الفريسة وابتلاعها.

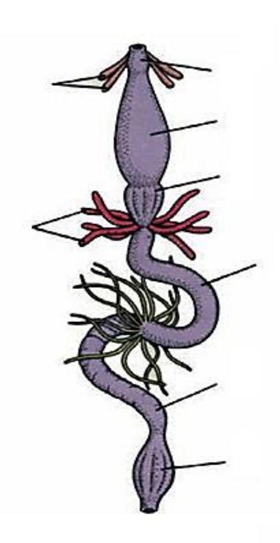
▢5 . للقناة الهضمية المكتملة فتحة فمٍ لإدخال الطعام, وفتحة مخرج لإخراج الفضلات.

▢6 . لا تحتوي عصارة الصفراء على أنزيمات وهي تتكون من الماء وأملاح الصفراء والصبغات وتنتج في الكبد.

ثانيا: عرف ما يأتي

البناء الكيمياوي Chemosynthesis، غدد المستقيم، الفايكوبلينات، ATP، الهضم في الحيوان، التفلوسول Typhlosole

ثالثا: أكمل التأشير في الرسم الآتي



رابعا: قارن بين كل مما يأتي

أ. التفاعلات الضوئية واللاضوئية في عملية البناء الضوئي.

ب. الهضم الداخلي والهضم الخارجي في الحيوانات.

ج. القناة الهضمية المكتملة وغير المكتملة.

د. أهمية عصارة الصفراء وأهمية عصارة البنكرياس في عملية الهضم.

الوحدة الثانية

التنفس والتبادل الغازي

المحتوى

عدد الدروس



- المقدمة
- حاجة المخلوقات الحية إلى الطاقة
- المايتوكوندريا، وأهميتها في تحرير الطاقة
- التنفس (Respiration)
- أنواع التنفس (Types of Respiration)
- التنفس الخلوي (Cellular Respiration)
- التنفس والاحتراق
- التبادل الغازي في المخلوقات وحيدة الخلية
- التبادل الغازي في النباتات
- آليات انتشار الغازات في النباتات
- التنفس في الحيوان (Respiration in Animals)
- مستويات التنفس (Levels of Respiration)
- انتقال الغازات في الدم (Transport of Gases in Blood)
- أسئلة الوحدة

الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أن يكون قادرا على أن:

1. يعلل:
   - تحلل الأجسام الحية عند موتها
   - عدم قدرة النباتات الراقية الاعتماد على التنفس اللاهوائي لمدة طويلة
2. يقارن بين:
   - عملية التنفس و الاحتراق
   - التنفس الهوائي و اللاهوائي
3. يشرح:
   - آلية عمل الثغور ودورها في التبادل الغازي
   - المراحل التنفسية التي تحدث في المايتوكوندريا
   - التهوية في المخلوقات المختلفة
4. يحسب مقدار الطاقة الناتجة في الخلية من أكسدة جزيئة كلوكوز أكسدة تامة
5. يتفكّر في قدرة الخالق عز وجل في إبداع خلقه لأجهزة التنفس وآلياته في المخلوقات الحية المختلفة



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- ✍ يرسم الاتجاهات الرئيسة لدورة الكاربون.
- ✍ يذكر أهمية التنفس.
- ✍ يذكر وظائف الطاقة الناتجة من التفاعلات الهدمية.

التنفس والتبادل الغازي (Respiration and Gas Exchange)

المقدمة

عن ابن عباس رضي الله عنهما ــ أن النبي ﷺ (نهى أن يُتنفّس في الإناء أو يُنفَخ فيه). صحيح - رواه الترمذي ــ

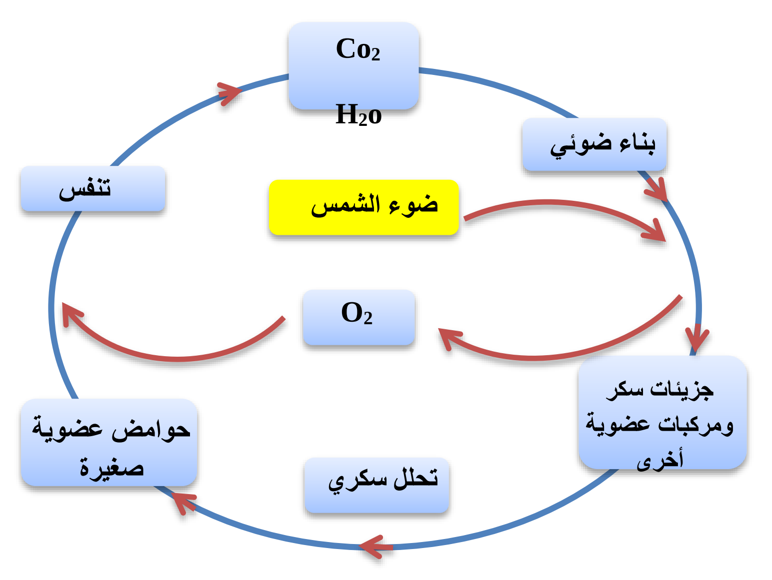
إن نهي النبي صلى الله عليه وسلم جاء لإبعاد الضرر عن العباد , فالنهي جاء عن التنفس في الإناء، ولم يذكر الطعام أو الشراب فقط, فلمّا جاء النهي عن التنفس في الإناء شمل ذلك النهي عن التنفس في الطعام والشراب وهذا وجه إعجازي بلاغي واضح, والكلام يشمل الناس جميعهم صغيرهم وكبيرهم, ذكرهم وأنثاهم, مريضهم وصحيحهم, وهنا وجه إعجازي آخر.

إن النهي عن التنفس في الطعام والشراب سبب في الوقاية من الكثير من الأمراض, وهي الأمراض التي تنتقل عن طريق النفس و الرذاذ , ومن أخطرها وأشهرها مرض السل (التدرن) وهو وباء قاتل.

سلطان

إن المخلوقات البدائية التي تعيش على سطح الأرض قادرة على استغلال الطاقة المتيسرة لتحويل الجزيئات اللاعضوية إلى مركبات عضوية كما هي الحال في المخلوقات ذاتية التغذية. ففي عملية البناء الضوئي تنتج الجزيئات العضوية (جزيئات السكر) من جزيئات ثنائي أوكسيد الكاربون والماء المتوفر في الطبيعة، فضلاً عن وجود الطاقة الضوئية من الشمس التي تمتصها النباتات الخضراء. ويمكن للجزيئات العضوية الناتجة من البناء الضوئي أن تتغير كيميائياً من قبل الأحياء غير ذاتية التغذية وبذلك يتزود كل مخلوقٍ حي بالطاقة اللازمة لبقائه.

إن البناء الضوئي والتنفس الخلوي والتحلل السكري هي مسالك رئيسة لدورة ضخمة تنساب فيها ذرات الكاربون خلال أشكال الحياة على سطح الأرض تُسمَّى دورة الكاربون (شكل 14).



شكل (14) الاتجاهات الرئيسة لدورة الكاربون

التنفس (Respiration)

يمكن أن تقاوم بعض الحيوانات الجوع، إذ تتغذى على الدهون المخزونة في أجسامها، ولكنها لا تتمكن من العيش من دون أوكسجين حتى لمدة قصيرة لأن هذا الغاز لا يخزن في الجسم؛ وتحصل معظم الحيوانات على الأوكسجين من محيطها؛ فالتنفس هو سلسلة من التفاعلات الأنزيمية التي تحرر الطاقة من تجزئة جزيئات الطعام بوساطة عمليات الأكسدة، إذ يعمل الأوكسجين كمستقبل نهائي للإلكترونات، وأكسدة جزيئات الغذاء توصف بأنها إزالة للإلكترونات، وليست اتّحاد لجزيئات الأوكسجين الجزيئي مع جزيئات الوقود. وأثناء استخدام الأوكسجين بوساطة خلايا الجسم ينتج ثنائي أوكسيد الكاربون.

حاجة المخلوقات الحية إلى الطاقة

تختلف المخلوقات الحية في حاجتها إلى الطاقة الكامنة في الأغذية, فوجود الطاقة ضروري لاستمرارها والمحافظة على أجسامها من التحلل. إن تحلل جسم الإنسان وتفككه عند موته ناتج عن توقف المايتوكوندريا عن إنتاج الطاقة.

فالطاقة في جسم المخلوق الحي تقف حائلاً دون الوصول إلى تلك الحالة, وهي تتناسب طردياً مع درجة التنظيم, إذ كلما كانت أشكال الحياة أكثر تعقيداً كانت أكثر تنظيماً مع كبر الطاقة المصروفة عليها.

مصادر الطاقة

تُعدُّ الشمس مصدراً ضرورياً للطاقة، حيث تستمد النباتات والطحالب وأنواع من البكتريا الحاوية على الكلوروفيل الطاقة الضوئية من الشمس وتحولها إلى طاقة كيميائية كامنة تستفيد منها النباتات والحيوانات والإنسان. كما يوجد

أحياء صغيرة (البكتريا) تلجأ إلى طريقة أخرى للحصول على الطاقة ألا وهي البناء الكيمياوي (أكسدة المواد اللاعضوية).

مسارات الطاقة

للطاقة مساران يمكن إجمالها بالآتي:

1- البناء: بناء التراكيب والمواد المختزنة مثل النشأ والدهون وتُسمى التفاعلات الخازنة للطاقة.

2- الهدم: تجزئة المركبات المعقدة إلى بسيطة، والإفادة من الطاقة والحرارة الناتجة في البناء وتُسمى التفاعلات المحررة للطاقة، وتتحول الطاقة (ATP) إلى (ADP) نتيجة:

- التفاعلات البنائية في الخلايا (صنع البروتين).
- تقلص العضلات ونقل الإيعاز العصبي والإفراز الخلوي.
- صيانة الخلايا والأنسجة والأعضاء.
- النقل الفعال لمعظم المواد عبر الأغشية الخلوية.



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف الأعراف التنفسية.
- يشرح التنفس الخلوي.
- يوضح مكونات المايتوكوندريا.

المايتوكوندريا وأهميتها في تحرير الطاقة

المايتوكوندريا هي عضيات صغيرة موجودة في السايتوبلازم تتميز بـ:

- الطول(1−2) مايكرومتر.
- القطر(0.5 − 1) مايكرومتر.
- الغشاء مزدوج خارجي وداخلي, ذو طبيعة بروتينية ودهنية وهذا الغشاء ذو نفاذية انتخابية.
- الأشكال مختلفة كالكروي أو الخيطي وغيرها.
- وجود الأعراف التنفسية، وهي طيات غشائية تمتد من الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا تعمل على زيادة المساحة السطحية الداخلية للمايتوكوندريا تقع الأنزيمات التنفسية على سطوح الأعراف.
- وجود المادة الأساس (القالب)، وهي مادة تنتشرُ بين الأعراف التنفسية وتقع عليها أنزيمات دورة كريب والناقلات الضرورية للأكسدة وإنتاج الطاقة (بشكل مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP).

وعلى هذا الأساس، فإن الطاقة المتمثلة بجزيئات ATP تنتشر من المايتوكوندريا إلى أنحاء الخلية للاستفادة من طاقتها في مختلف الفعاليات الحيوية للخلية لهذا تُدعى المايتوكوندريا بـ (بيوت الطاقة)، ويكثر وجود بيوت الطاقة في الخلايا ذات النشاط والفعالية العالية كالخلايا المرستيمية في النباتات وخلايا الكبد والخلايا العصبية في الحيوانات.

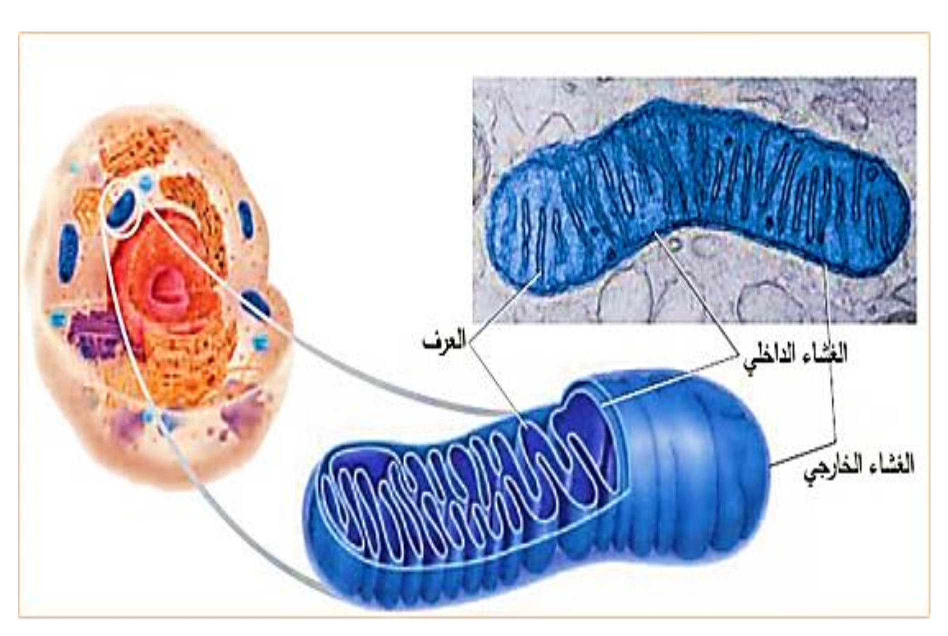
التنفس الخلوي (Cellular Respiration)

يمكن أن يُعرَّف التنفس الخلوي بأنه: إحدى العمليات الخلوية التي تتطلب الأوكسجين وتعطي ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2، وهي تتضمن تكسير تجزئة كاملة لجزيئة الكلوكوز(Glucose) إلى CO_2 وH_2O ، وكذلك إلى الطاقة بشكل ATP.

يتضمن التنفس الخلوي حاجة الخلية نفسها إلى طاقة (Energy) وهذه الطاقة تأتي عن طريق سلسلة من العمليات (الهدم والبناء) تجري على نواتج هضم الطعام والمتمثلة بتحويل الكاربوهيدرات إلى سكر الكلوكوز التي تتأكسد في عملية التنفس، وقد تُستعمَل الدهون في عملية التنفس بعد تحولها إلى الحوامض الدهنية والكليسرول، أو البروتينات بعد تحولها إلى الحوامض الأمينية، وهذه السلسلة من العمليات كثيرة التعقيد يشترك بها العديد من الأنزيمات (داخل المايتوكوندريا) فضلاً عن الأنزيمات المساعدة (Coenzymes) وبعض الأيونات.

إن عملية التنفس الخلوي تعتمد بصورة أساسية على جزيئة الكلوكوز التي تكون عالية الطاقة وتجزئة جزيئة الكلوكوز تعني إزالة الألكترونات من المادة الأساس واستلامها من قبل ذرة الأوكسجين التي تتحد فيما بعد مع الهيدروجين لتنتج ماءً.

إن هذا يؤشر الحاجة إلى طاقة مصدرها التفاعلات المحررة للطاقة أثناء تحلل المواد الغذائية، وبما أن الكلوكوز هو أهم مصدر للطاقة، فعملية حرقه تبدأ داخل الخلية عن طريق فسفرته (إضافة الفوسفور إليه) أولاً، تليها عمليات أخرى آخرها انشطار جزيئته إلى جزيئتين من حامض البايروفيك وتدعى هذه العملية بالتنفس اللاهوائي، حيث لا يستعمل الأوكسجين وتُسمى أيضاً بتحلل الكلوكوز أو التحلل السكري.



شكل (15) تركيب المايتوكوندريا

3 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعدّد مراحل التنفس الخلوي.
- يعرّف التحلل السكري.
- يقارن بين التنفس والاحتراق.

مراحل التنفس الخلوي (Phases of Cellular Respiration)

تتضمن عملية أكسدة الكلوكوز بوساطة إزالة ذرات الهيدروجين أربع مراحل هي:

1- مرحلة التحلل السكري

تجزئة سكر الكلوكوز(6C) إلى جزيئتين من حامض البايروفيك (3C) والناتج 2ATP، وتتم هذه المرحلة خارج المايتوكوندريا (في السايتوبلازم) (شكل16)، وفي هذه المرحلة لا توجد حاجةٌ إلى الأوكسجين، لذا فإنَّ عملية تحلل الكلوكوز عملية لاهوائية, وتزال ذرات H الناتجة في NADH وهو أنزيم مساعد يجهز طاقة كافية لتكوين (2 ATP).

2- مرحلة تفاعل الأعداد

يتحوّل حامض البايروفيك (3C) إلى مجموعة استيايل كو أي CO-A (2C) وينتج 3ATP الذي يعتبر مفتاح دورة كربس، وينتج خلال هذه المرحلة 6ATP من جزيئتي الحامض البايروفي. وتحدث العملية داخل المايتوكوندريا.

3- مرحلة دورة حامض الستريك

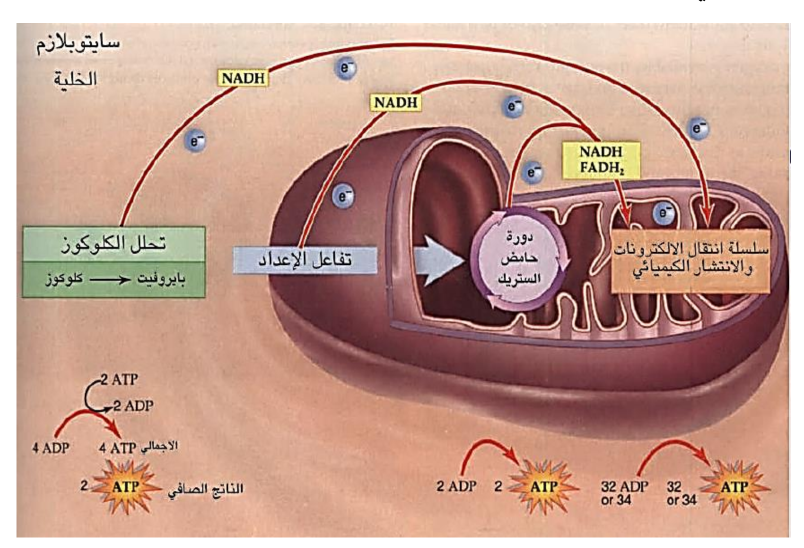
تتمثل بسلسلة دائرية لتفاعلات الأكسدة وتتم في قالب المايتوكوندريا, وناتج الطاقة في هذه المرحلة هو12 ATP لكل دورة، أي24 ATP من الدورتين، وسُمّيت بهذا الاسم لكون حامض الستريك أول حامض عضوي يتكوّن في الدورة.

4. مرحلة انتقال الالكترون أو H

وتتم داخل غشاء المايتوكوندريا، وناتج الطاقة في هذه المرحلة 6 جزيئات ATP حيث ينقل أزواج الهيدروجين خلال نواقل لتصل الأوكسجين ويتحدان لتكوين الماء.

❖ ملاحظات عن التنفس الخلوي

1. إن الأوكسجين الذي يدخل إلى الخلية يتحد مع أيون الهيدروجين المتحرر ليكون الماء H_2O.
2. ناتج التنفس الخلوي هو ثنائي أوكسيد الكاربون المطروح خارج الخلية.
3. هناك جزيئات إضافية مثل NAD و FAD تتحد هي الأخرى مع أيون الهيدروجين المتحرر لتكون NADH[2] و FADH2 على التوالي يُستفاد منها كجزيئات طاقة إضافية.



شكل (16)

المراحل الأربعة لإكمال عملية تحليل جزيئة الكلوكوز (للاطلاع)

[2] FAD = (Flavin Adenine Dinucleotide) .
NAD = (Nicotinamide Adenine Dinucleotide)

التنفس والاحتراق

ربط بعض العلماء بين التنفس والاحتراق؛ لأن الحادثتين تتضمنان اتحاداً مع الأوكسجين, ويمكن في الحقيقة النظر إلى التنفس على أنه احتراق, لكن لماذا لا ينتج التنفس حرارة عالية كالنار

الفرق بين التنفس والاحتراق

يمكن إيجاز أهم الفروق بين التنفس والاحتراق بالجدول الآتي:

جدول (1) يوضح أهم الفروق بين التنفس والاحتراق

التنفس	الاحتراق
التنفس هو احتراق مراقب (منضبط) روابط جزيئة الكلوكوز تتفكك على مراحل	النار هي احتراق غير منضبط, روابط جزيئة الوقود تتفكك دفعة واحدة
قليل جدا من الطاقة الناتجة يتسرب على شكل حرارة, ولا يتحرر ضوء	الطاقة الناتجة على شكل حرارة أو ضوء أو نور
حفظ الطاقة الناتجة على شكل طاقة كيميائية	لا يحفظ أي نوع من الطاقة
الطاقة الناتجة تصنع روابط كيميائية جديدة في الخلية	لا تبني أي روابط كيميائية (أواصر)
تنتزع الحرارة في التنفس شيئا فشيئا, ولهذا تبقى منخفضة	تنتزع الحرارة مرة واحدة, ولهذا تكون مرتفعة



أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يشرح التبادل الغازي في النبات.
- يفسّر آلية انتشار الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون في النبات.

التبادل الغازي في المخلوقات وحيدة الخلية

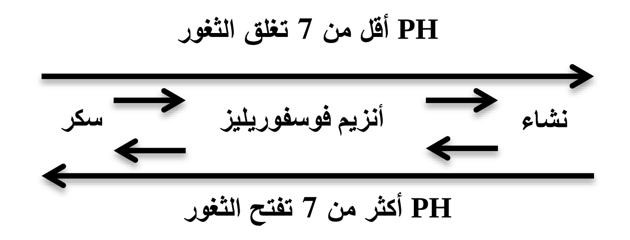
يدخل الأوكسجين إلى داخل الخلية بطريقة الانتشار من الوسط الذي تعيش فيه هذه المخلوقات, وتكون السطوح الخارجية للمخلوقات وحيدة الخلية نفاذة للغازات, كما تساعد حركة السايتوبلازم على توزيع الأوكسجين في أنحاء الخلية للمساهمة في التنفس, ويُطرح ثاني أوكسيد الكاربون بنفس الطريقة نفسها, وتسهم الفجوات المتقلّصة في طرح ثنائي أوكسيد الكاربون في الطليعيات.

> **معلومات إثرائية**
>
> **الانتشار**
> هو حركة جزيئات أو أيونات المادة وانتقالها من أماكن التركيز العالي إلى أماكن التركيز المنخفض

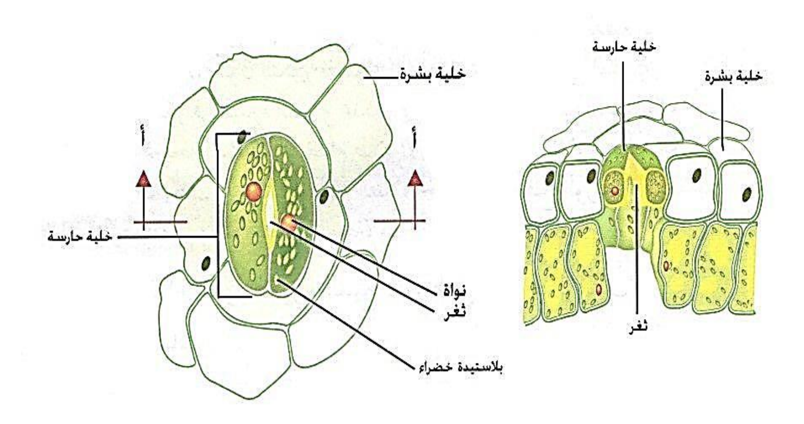
التبادل الغازي في النباتات

لا تمتلك النباتات أعضاءً تنجز عملية التنفس أو التبادل الغازي مع المحيط الخارجي, ففي النباتات الوعائية تكون جميع الخلايا الحية على اتصال مباشر بالمحيط الخارجي، فيصل الأوكسجين إليها عن طريق (الثغور، الماء الممتص من الجذر، العديسات في السيقان المعمرة) ويطرح CO_2 عن طريق الثغور. إن النباتات الخضر تأخذ ثنائي أوكسيد الكاربون وتعطي الأوكسجين خلال عملية البناء الضوئي أثناء النهار، أما خلال الليل تتوقف عملية البناء الضوئي ويستمر التنفس حيث تأخذ الأوكسجين وتطرح ثنائي أوكسيد الكاربون في الجو.

توجد في النباتات بعض التراكيب التي تقوم بدور مهم وأساس في آلية التبادل الغازي في عمليتي البناء الضـوئي والتنفس كلتيهما، وهي توجد في الأوراق وتُسـمى الثغور (Stomata), والتي لها القابلية على الفتح والغلق. ويلعب PH الدور الأساس في ذلك.



وعادة ما تجري عملية البناء الضوئي بمعدّلات أسرع من المعدلات التي تجري بها عملية التنفس، إذ يُسـتخدم ثنائي أوكسـيد الكاربون الناتج من عملية التنفس مباشـرة في عملية البناء الضـوئي بواسـطة الأنسـجة الخضـراء، أما الأوكسجين المتحرَر في عملية البناء الضوئي فيُستعمل في عملية التنفس وما يزيد عن حاجة عملية التنفس يطلق إلى الهواء.



شكل(17) شكل تخطيطي يوضح الخلايا الحارسة

آلية انتشار الغازات في النباتات

أولا: الأوكسجين

1. الثّغور تسمح بدخول الهواء إلى الأوراق، وهكذا ينتشر الأوكسجين إلى داخل النبات, وبذلك فإن الأوكسجين بإمكانه الوصول مباشرة إلى الخلايا.
2. قد يذوب بعض الأوكسجين في الماء ويصل إلى الصفائح المنخلية وتنقله الأنابيب المنخلية بدورها إلى مختلف أجزاء الساق والجذر.
3. تحتفظ خلايا الجذر ببعض الأوكسجين الذي تحصل عليه وهو مذاب في ماء التربة، ويذهب معظم الأوكسجين إلى أوعية الخشب، ومن ثم يتوزع إلى نسيج الساق والأوراق.
4. تقوم الثغور في النباتات ذات السيقان الخضر باستخلاص الأوكسجين، والنسيج الاخضر في النباتات ينتج الأوكسجين بعملية البناء الضوئي فيكون مصدراً آخرَ لهذا الغاز.

ثانيا: ثنائي أوكسيد الكاربون

1. ثنائي أوكسيد الكاربون الناتج من عملية التنفس في النباتات الوعائية ينتشر مباشرة في المحيط الخارجي وعن طريق الخلايا التي تكون بتماس مع المحيط الخارجي (التربة والهواء).
2. الخلايا التي تقع داخل جسم النبات وبعيدة عن المحيط الخارجي تقوم بتحرير ثنائي أوكسيد الكاربون إلى أوعية الخشب والأنابيب المنخلية، ومن ثم يمرّ الغاز عبر الثغور إلى الجو.



معلومات إثرائية

العديسات (Lenticels)
هي تراكيب يدخل الأوكسجين من خلالها, وتحل محل الثغور في البشرة الممزقة نتيجة النمو الثانوي للسيقان. تتم عن طريقها عملية التبادل الغازي في السيقان المعمرة



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعدّد مستويات التنفس.
- يشرح التنفس الجلدي في اللافقريات.
- يعرّف الخياشيم.

التنفس في الحيوان

خلق اللهُ سبحانه وتعالى للحيوانات تراكيب عديدة وأجهزة، وطرق تنفس منها: جدار الجسم (Body Wall)، الخياشيم (GiLLS) والرئات (Lungs). وهذه التراكيب متباينة في المظهر الخارجي، إلا أنها تقوم بالوظيفة نفسها، ففي كلٍّ منها هناك غشاءٌ رطِب وناضح تنفذ من خلاله جزيئات الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون. ولا تستطيع الحيوانات أن تعيش من دون أوكسجين حتى لمدة قصيرة إذ لا يوجد تخزين للأوكسجين في الجسم.

مستويات التنفس

يحصل التنفس في الحيوانات بثلاثة مستويات هي:

1- التنفس الخارجي (External Respiration)

يحدث التبادل الغازي للأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون في هذا النوع بين السطح التنفسي الرطِب لجسم الحيوان الذي يكون بتماس مع المحيط الخارجي والدم في الأوعية الدموية القريبة من السطح.

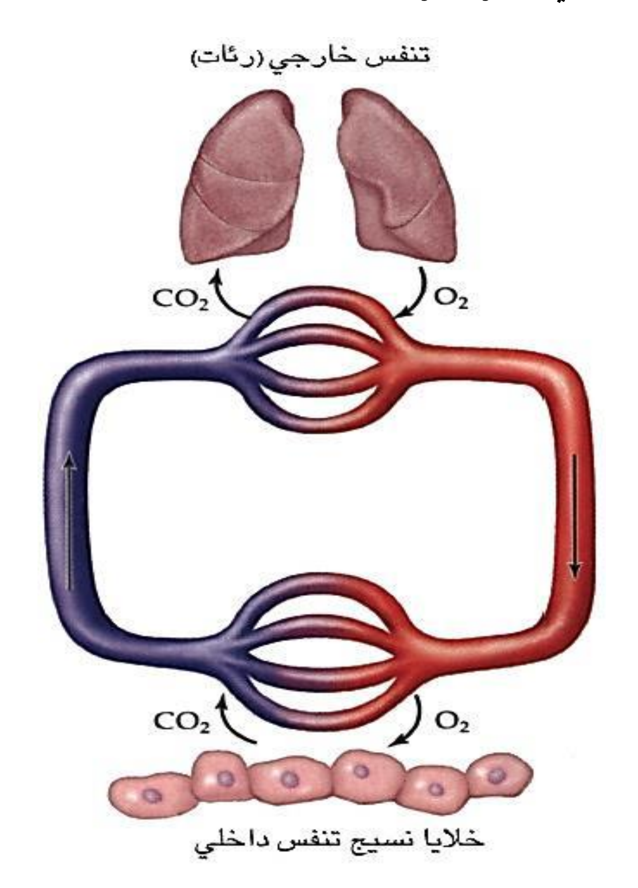
2- التنفس الداخلي (Internal Respiration)

تتم عملية التبادل الغازي في هذا النوع من التنفس بين الخلايا والدم (شكل18).

3- التنفس الخلوي الهوائي (Aerobic Cellular Respiration)

يحصل في هذا النوع استهلاك للأوكسجين وتحرير ثنائي أوكسيد الكاربون من الخلية نفسها ولذلك يُدعى بالتنفس الخلوي الذي يكون ناتجه الأساس تكوين الطاقة (Energy).

وهناك بعض الطفيليات المعوية وبعض اللافقريات الأخرى يكون محيطها بدون أوكسجين، أو قد يوجد بنسبة قليلة، وهذه الحيوانات تتنفس تنفساً لاهوائياً (Anaerobic Respiration)وتحصل على الطاقة في غياب الأوكسجين عبر عملية التحلل السكري Glycolysis



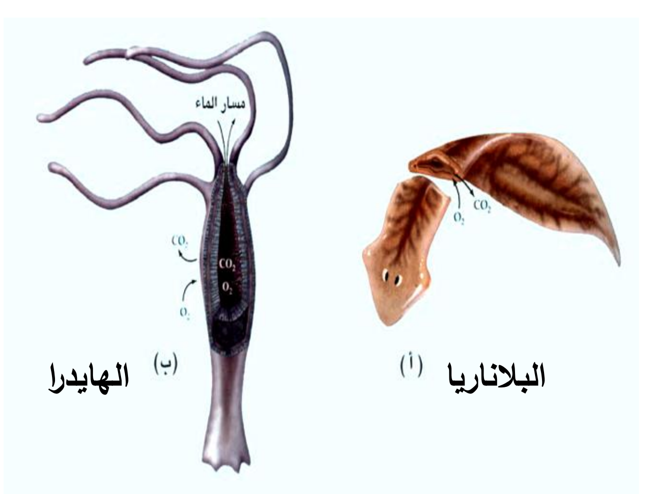
شكل(18) التنفس الخارجي والتنفس الداخلي

التنفس في اللافقريات (Respiration in Invertebrates)

يظهر في اللافقريات تباين كبير في أشكال أجسامها وطرق التبادل الغازي فيها وكما يأتي:

1- التنفس الجلدي (Cutaneous Respiration)

مثال ذلك في الهايدرا **Hydra** والبلاناريا (**Planaria**)، إذ تتم عملية التبادل الغازي في الأحياء وحيدة الخلية بطريقة الانتشار البسيط، حيث يكون غشاء الخلية لهذه الأحياء بتماس مع المحيط الخارجي، وبذلك تستطيع أنْ تحصل على كفايتها من الأوكسجين, وتستخدمُ اللافقريات متعددة الخلايا طرائقَ مختلفة لتبادل الغازات, واحدة من هذه الطرائق هي أن تكون أجسامها مسطحة بحيث يلامس سطح الجسم البيئة المحيطة الغنية بالأوكسجين (شكل19)، حيث تحصل هذه الأحياء على الأوكسجين بالانتشار عبر جدار جسمها الرقيق وامتداداته. أما اللافقريات الأكبر حجماً مثل الحلقيات (دودة الارض) تستطيع الحصول على الأوكسجين بآلية مختلفة، إذ تتم عملية التبادل الغازي بين الخلايا وسطح الجسم بواسطة جهاز دوران، فضلاً عما يحتويه دمها من صبغات تنفسية.



شكل (19)
التبادل الغازي وعلاقته بشكل الجسم

2- التنفس الخيشومي (Gill Respiration)

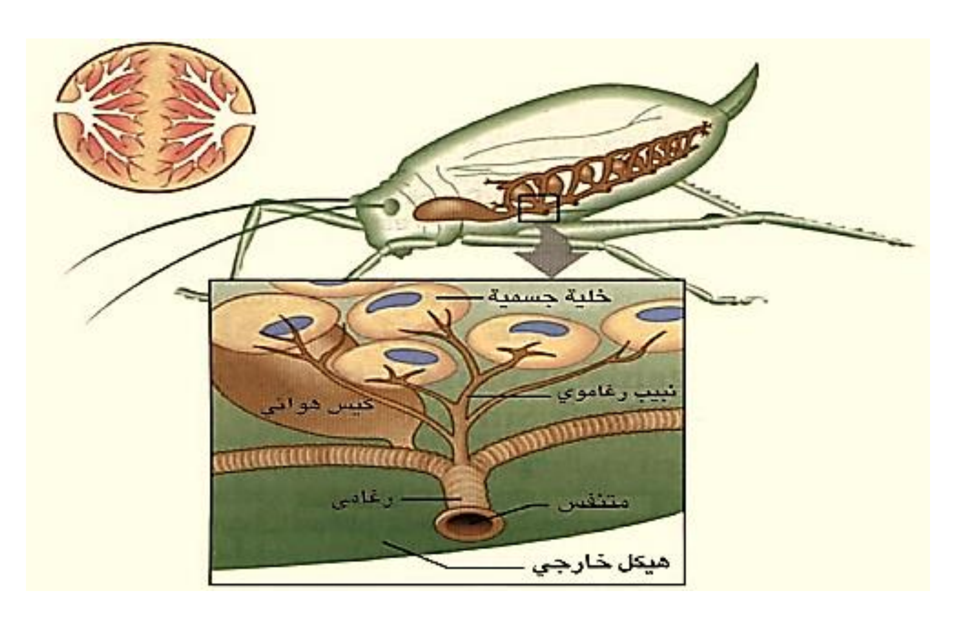
مثال ذلك نجمُ البحر والديدان البحرية. فالخياشيم لواحقُ جسمية مختصة بشكل رئيسٍ بعملية التبادل الغازي, وتكون الخياشيم على نوعين: (الخياشيم الخارجية والخياشيم الداخلية) التي توجد داخل ردهات بلعومية. وهي تُعدّ أعضاء تنفس نموذجية بالنسبة للحيوانات المائية، وتكون عادة بشكل تراكيب بسيطة ممثلة بامتدادات خارجية من سطح الجسم مثل الحليمات الجلدية كما هي الحال في نجم البحر أو بشكل عناقيد خيشومية كما في الديدان البحرية.



أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يشرح التنفس الرغاموي في المفصليات.
- يوضح التنفس الجلدي في الفقريات.
- يرسم الجهاز الرغاموي في الحشرات.

3ـ التنفس الرغاموي أو القصيبي (Tracheal Respiration)

مثال ذلك الحشرات والعناكب. حيث يحدث مثل هذا التنفس في مفصليات الأرجل الأرضية بضمنها الحشرات، وعديدة الأرجل والعناكب وهذه ذات هيكل خارجي يحميها من الماء, تمتلك هذه الحيوانات جهازاً أنبوبياً متفرعاً يطلق عليه الجهاز الرغاموي (القصيبي Tracheal) (شكل20)، وهذه الأنابيب تكون بسمك صف واحد من الخلايا مبطنة بالكيوتكل يمنع انكماشها، والرغامي تفتح إلى الخارج بفتحة يطلق عليها (المتنفس) (Spiracle) مرتبة بزوج من الفتحات على القطع الجسمية للحيوان, وفي العديد من الأنواع توجد صمامات تحمي المتنفس وقد تغلقه في البيئة الجافة لتبقي خلايا الرغامى رطبة تتفرع الرغامى إلى تفرعات أنبوبية دقيقة يطلق عليها رغيمويات (نبيبات رغاموية Tracheoles)، وهذه تمد تفرعاتها حول الخلايا، وقد تتوسع الرغامى في كيس هوائي في بعض مناطق الجسم كما في تجويف الجسم، وفي الأرجل، وهذه الأكياس الهوائية تخفف من وزن جسم المخلوق الحي لتسهيل حركته.



شكل (20) الجهاز الرغاموي أو القصيبي (Tracheal) في الحشرات

التنفس في الفقريات (Respiration in Vertebrates)

كما هي الحال في اللافقريات، فالفقريات هي الأخرى لها طرائق وتراكيب تنفسية خاصة بها تتناسب وتنوع البيئة التي تعيش فيها ومنها ما يأتي:

1- التنفس الجلد (Cutaneous Respiration)

مثال ذلك السمك الثعباني بعض انواع السلمندرات. تُستعمَل بعض الفقريات الجلد عضواً تنفسياً مساعداً كما هي الحال في بعض الأسماك والبرمائيات، والسمك الثعباني يمكنه أن يتبادل 60% من الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون عن طريق الجلد المليء بالأوعية الدموية, وينهض الجلد بدورٍ مهمٍّ في عملية التنفس في البرمائيات خصوصاً خلال فترة السبات الشتوي, ومما يساعد على التنفس الجلدي في البرمائيات هي:

- كون جلدها رقيقاً جداً
- ذات تجهيز دموي غزير
- غدد مخاطية منتشرة بشكل واسع في الجلد لتقوم بترطيبه

وبشكل عام يتم التبادل الغازي في الجلد بعملية الانتشار بين الجلد والمحيط المائي، ويساعد في إنجاز هذه العملية وجود الصبغات التنفسية. وقد تكون عملية التنفس الجلدي في بعض البرمائيات مثل بعض أنواع السلمندرات هي الوحيدة كون هذه الحيوانات تنعدم فيها الخياشيم والرئات.

توجيه

على المدرس أن يوضح للطلاب الفرق بين الفقريات واللافقريات من حيث التنفس الجلدي

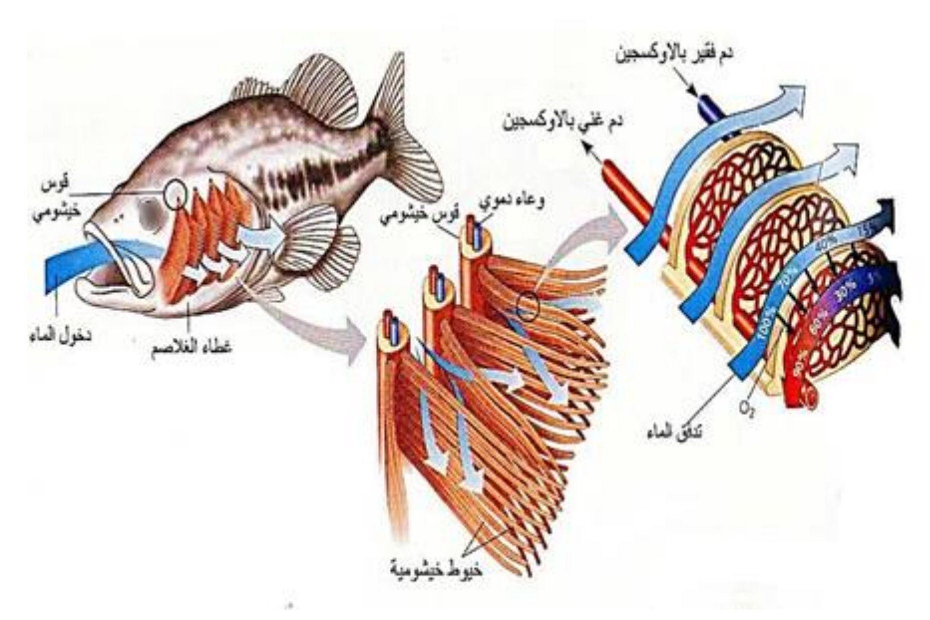


أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يفسّر آلية التبادل الغازي في الأسماك.
- يعدّد أنواع التهوية في البرمائيات.
- يبيّن آلية التنفس في الزواحف.

2ـ التنفس الخيشومي (Gill Respiration)

مثال ذلك في الأسماك ويرقات البرمائيات. حيث تمثل الخياشيم أعضاء التنفس الرئيسة في الأسماك ويرقات البرمائيات (شكل21)، وقد تبقى بعض البرمائيات محتفظة بالخياشيم الخارجية كأعضاء تنفس طيلة حياة الحيوان كما هو الحال في بعض السلمندرات، ومنها حفار الطين، وتكون الخياشيم الداخلية عادة أكثر كفاءة كما هي الحال في الأسماك، وخياشيم الأسماك عبارة عن تراكيب خيطية رقيقة، مزودة بأوعية دموية, وعملية التبادل الغازي للاوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون تتم عبر غشاء تنفس رقيق جداً وأوعية شعرية ذات جدار مكون من صفً مفرد من الخلايا, ويوجد تركيب يُدعى غطاء الخياشيم (Operculum) يحمي الخياشيم من المؤثرات الخارجية، واستمرارية عملية التبادل الغازي تتطلب استمرار دخول تيار الماء من الفم وخروجه عبر الفتحة الخيشومية بعد أن يمر على الخياشيم (الخيوط الخيشومية)، وسريان (مجرى) الدم في الأوعية الشعرية يكون في اتجاه مضاد لحركة الماء (Countercurrent Flow)، وهو يحمل الدم على استخراج أكبر كمية ممكنة من الأوكسجين الذائب في الماء، ويمر الماء فوق الخياشيم في تيار مستمر وثابت، مدفوعاً بوساطة المضخة الخيشومية النشطة، وغالباً ما يتم ذلك بمساعدة حركة السمكة إلى الأمام خلال الماء.



شكل (21) التنفس الخيشومي في الأسماك

توجيه

يقوم المدرس بتشريح سمكة ويبين للطلاب الأعضاء التنفسية



نشاط ميداني

لو كان عندك حوض فيه عدد من أسماك الزينة ، قم بإطفاء مضخة الهواء في الليل، فماذا ستشاهد في صباح اليوم التالي، (أي ماذا سيحدث للأسماك ؟ ولماذا؟)

3ـ التنفس الرئوي (Pulmonary Respiration)

مثال ذلك الأسماك مفصصة الزعانف والأسماك الرئوية. للأسماك مفصصة الزعانف والأسماك الرئوية رئات خاصة، فقد تكون هذه الرئات كبروز من البلعوم، وبذلك تتنفس الأسماك عن طريق الخياشيم والرئتين (تنفس مزدوج)، لتعوض عن التنفس الخيشومي خلال فصول الجفاف, وبشكل عام يكون البناء التركيبي للرئات في الأسماك الرئوية بسيطاً ورئة السمكة الرئوية مزودة بشبكة من الشعيرات الدموية في جدرانها، ولها جهاز تهوية بدائي لتحريك الهواء داخل الرئة وخارجها.

التهوية في البرمائيات (Ventilation in Amphibians)

تستخدم البرمائيات البالغة ثلاثة طرائق لإنجاز التبادل الغازي وهي:

1. التنفس الجلدي.
2. التنفس الفمي (عن طريق البطانة الظهارية للجوف الفمي).
3. التنفس الرئوي.

إن رئات الضفادع (عبارة عن أكياس بيضاوية، مرنة تنقسم أسطحها الداخلية بوساطة شبكة من الحواجز، التي تنقسم من خلالها إلى غرف هوائية نهائية صغيرة تُسمَّى الحويصلات الهوائية). وتقوم بعض البرمائيات بالتنفس عن طريق الخياشيم الخارجية. والرئات تظهر درجات نمو متباينة في مجاميع البرمائيات المختلفة وأفضل نمو للرئات يظهر في الضفادع والعلاجيم، إذ أن كليهما يظهران اعتماداً على التنفس الرئوي أكثر مما في غيرهما من البرمائيات، والحويصلات الهوائية في رئة الضفدع تكون كبيرة مقارنة بمثيلاتها في الفقريات الأخرى، وعليه فإن رئة الضفدع تكون ذات سطح أصغر نسبياً للتبادل الغازي.

التهوية في الزواحف (Ventilation in Reptiles)

تختلف آلية التنفس في غالبية الزواحف عما هي عليه في البرمائيات، إذ تلعب الأضـــلاع والعضـــلات بين الضـــلعية دوراً رئيســـاً في عملية التنفس، ويستثنى من ذلك السلاحف، إذ تلتحم أضلاعها مع الدرع الذي يحيط بجسمها, حيث تظهر في الرئات تبايناً تركيبياً في مجاميع الزواحف المختلفة، وبطانة الرئة تكون ذات حواجز في السلاحف والتماسيح مما يؤشر نمواً أفضل لها، وتوجد الحواجز في زواحف أخرى في أجزاء معينة من الرئة، فمثلاً في بعض الحيات تظهر الحواجز في الثلث الخلفي للرئة فقط، وعلى العكس من ذلك يكون الجزء الأمامي في بعض العظايا هو الأكفأ، وما يتبقى من الرئة يمثل كيساً لخزن الهواء.



معلومات إثرائية

الضفادع موجبة الضغط التنفسي فهي تدفع الهواء إلى الرئتين بقوة، وهذا عكس نظام الضغط السالب الموجود في جميع الفقريات العليا, حيث تنغلق فتحتي الفم والمناخر ويرتفع قاع الفم فيندفع الهواء إلى الرئتين



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يفسر آلية التنفس في الطيور اثناء الراحة وخلال الطيران.
- يميز الجهاز التنفسي للطير عن باقي الفقريات.
- يوضح فائدة الأكياس الهوائية في الطير.

التهوية في الطيور (Ventilation in Birds)

تختلف الطيور عن باقي الفقريات من حيث الجهاز التنفسي بالنقاط الآتية:

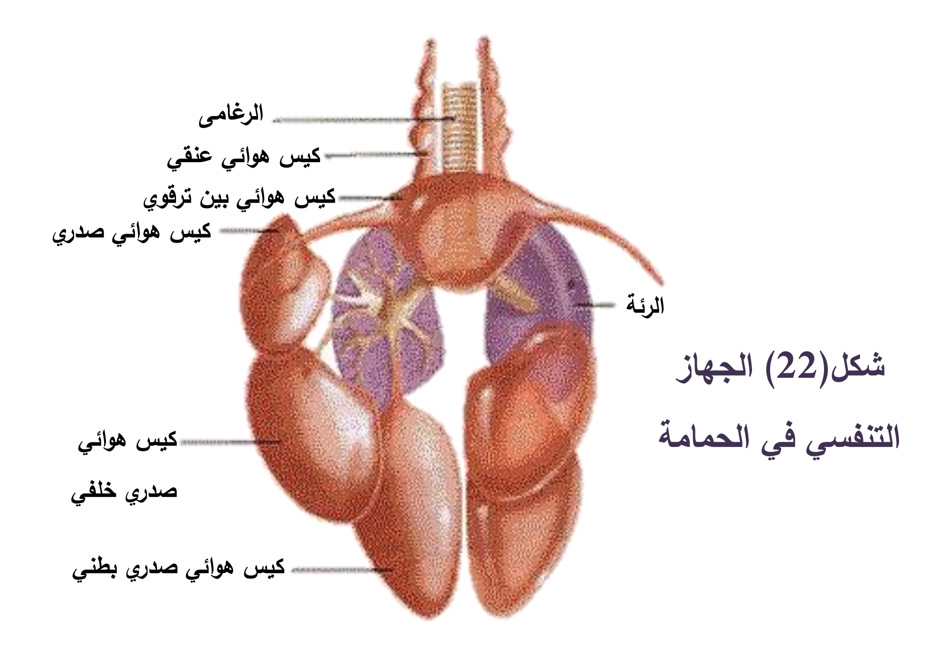
1- الرئات لا تحتوي على حويصلات هوائية بل توجد بدلاً عنها الشعيرات الهوائية.
2- تتصل بالرئات 9 أكياس هوائية.
3- انعدام الحجاب الحاجز في التجويف الصدري.
4- عملية الزفير عملية نشطة في الطيور، وتحتاج إلى بذل طاقة بخلاف الحيوانات الأخرى.
5- الطيور هي الفقريات الوحيدة التي يحصل فيها تبادل غازي أثناء عمليتي الشهيق والزفير.

وبالرغم من أن رئات الطيور صغيرة الحجم وتنعدم قدرتها على التوسع لملاصقة سطحها الظهري للأضلاع والفقرات الصدرية، إلا أنها تتميز بكفاءتها العالية، ويساعد الرئات في أداء عملها عدد من الأكياس الهوائية (شكل22).

معلومات إثرائية



الأكياس الهوائية تستخدم كمستودع للهواء وكبالونات تخفف الوزن, وليس لها دور في التبادل الغازي لافتقارها إلى طبقة الأنسجة الطلائية التنفسية المبطنة للحويصلات الهوائية



شكل(22) الجهاز التنفسي في الحمامة

آلية التنفس في الطيور

أ- أثناء الراحة

1- عند الشهيق ترتفع الأضلاع بمساعدة العضلات الضلعية الرئوية فيتسع حجم التجويف الصدري والبطني.

2- نتيجة لقلة الضغط في الداخل يدخل الهواء عبر المناخر إلى الرغامى ثم القصبات والقصيبات ويلامس السطح الداخلي للرئة حيث يتم التبادل الغازي.

3- في الوقت نفسه تذهب كمية كبيرة من الهواء إلى الأكياس الهوائية.

4- عملية الزفير تحصل بتقلص العضلات الصدرية والبطنية، فيضيق التجويف الصدري والبطني ، ويضغط على الأكياس الهوائية والرئتين، فيندفع الهواء الموجود في الرئتين إلى الأكياس الواقعة في الأمام في حين يدخل هواء الأكياس الخلفية إلى الرئتين، ويتم التبادل الغازي مرة ثانية.

ب- خلال الطيران:

الطيور تلجأ إلى أسلوبٍ آخر في التنفس عبر الآتي:

1- زيادة سعة التجويف الصدري البطني وتقليله بوساطة العضلات الصدرية أثناء الطيران.

2- ضغط الأحشاء على الأكياس الهوائية دافعة الهواء من الأكياس الهوائية إلى الرئتين.

3- حركة عظم القص (الجؤجؤ) نحو العمود الفقري أو بعيداً عنه هو الآخر مما يساعد في عملية التهوية.

وبهذه الطريقة يتجدد الهواء باستمرار، وتكون الطيور الأسرع طيراناً هي الأسرع في دورة الهواء والتبادل الغازي في الرئتين.

9 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يشرح أجزاء الجهاز التنفسي في الثدييات.
- يعدّد صفات الهواء الواصل إلى الحويصلات.

التهوية في الثدييات (Ventilation in Mammals)

سوف ندرس – إن شاء الله – الجهاز التنفسي والتهوية في الإنسان أنموذجاً للثدييات, (شكل23). يتكون الجهاز التنفسي في الإنسان مما يأتي:

1-فتحتا الأنف الخارجيتان (External Nares).

2-الردهة أو التجويف الانفي (Nasal Chamber or Cavity) مبطنة بنسيج ظهاري يتخلله العديد من الخلايا الفارزة للمخاط.

3-فتحتا الأنف الداخليتان (Internal Nares) وهذه تقع بعيداً في الجوف الفمي مقابل البلعوم.

4-البلعوم (Pharynx) وهو المنطقة التي توجد فيها ممرات الطعام والتنفس, ويوجد أيضاً لسان المزمار (Glottis) الذي يغطي الفتحة التي تؤدي إلى الحنجرة وهذا الغطاء يمنع الطعام من الدخول إلى الممرات التنفسية أثناء بلع الطعام.

5-الحنجرة (Larynx) ويطلق عليها صندوق الصوت كونها المسؤولة عن إصدار الصوت لما تحويه من حبال ليفية وأغشية مهتزة.

6-الرغامى (Trachea): والتي تتفرع في نهايتها إلى القصبات الهوائية (Bronchi) ثم يذهب كلٌ منها إلى رئة. يحوي عدداً من الغضاريف تساعد على إبقائها مفتوحة بصورة دائمية.

7- الرئتان: هما عضوان إسفنجيان ورديا اللون. تنقسم كلُّ قصبة داخل كل رئة إلى قصيبات (Bronchioles) التي تؤدي إلى الحويصلات الهوائية (Alveoli)، وهذه الأخيرة ذات جدران رقيقة ورطبة لتسهل تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية والشعيرات الدموية الملاصقة لها، وتكون الممرات الهوائية مبطنة بطبقة ظهارية مهدبة يتخللها العديد من الخلايا الكأسية الفارزة للمخاط، وهي تلعب دوراً مهماً في ترطيب الهواء قبل وصوله إلى الحويصلات الهوائية.

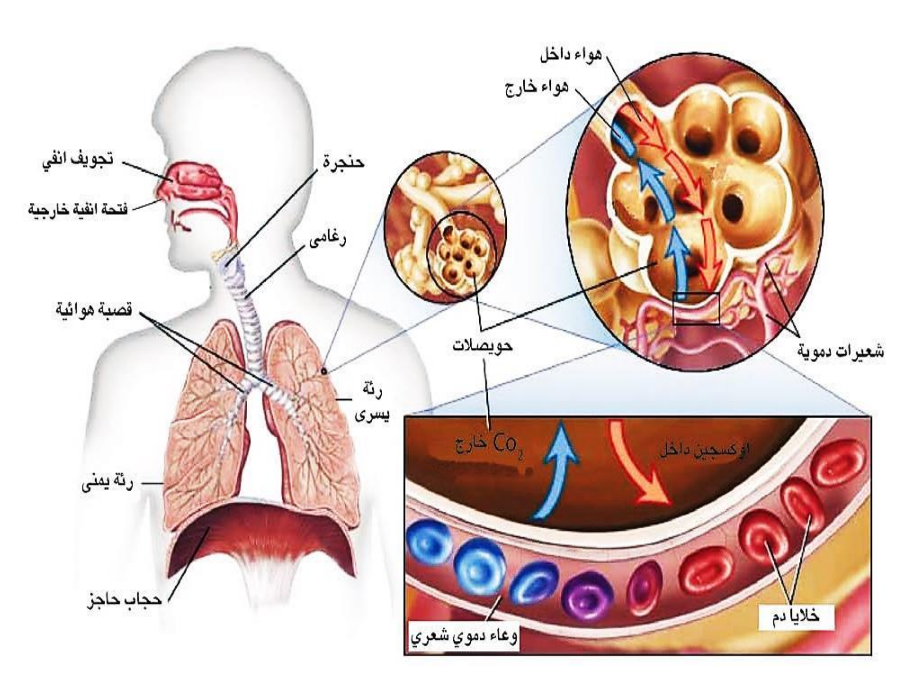


ويتصف الهواء الواصل إلى الحويصلات بـ:

1- يكون مرشحاً من الغبار والمواد الغريبة الأخرى.

2- أن تتم تدفئته لدرجة تتناسب وحرارة الجسم.

3- يكون الهواء مشبعاً بالرطوبة.



شكل(23) تركيب الجهاز التنفسي في الإنسان (للاطلاع)



أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يشرح التبادل الغازي في الرئتين.
- يقارن بين عمليتي الشهيق والزفير في الإنسان.

التبادل الغازي في الرئتين (Gaseous Exchange in Lungs)

يتم انتشار الغازات طبقاً لقوانين الانتشار الفيزيائية، وبموجب هذه القوانين فإن الغازات تنتقل من الضغط الجزيئي العالي إلى الضغط الجزيئي المنخفض. وتتحرك الغازات التنفسية في الأنسجة وفقاً لضغوطها الجزيئية، حيث تتخذ الرئة مظهراً إسفنجياً، وتكون الرئة اليمنى أكبر من اليسرى (لماذا؟), والرئتان تقعان ضمن التجويف الصدري, ويحافظ الضغط الجوي للهواء الموجود في الحويصلات الرئوية على إبقاء الرئتين ممتدتين داخل التجويف الصدري تفرز الخلايا الحويصلية مادةً زيتية عند التحامها مع جزيئات الماء في غشاء الحويصلات وبذلك تقلل من إمكانية التصاقها بعضها مع الآخر.



معلومات إثرائية

- تغطى الرئتان من سطوحهما الخارجية بغشاء مزيت هو الجنب الحشوي.
- تبطن الحويصلات الهوائية بغشاء مائي رقيق.
- تحتوي رئة الإنسان على 300 مليون من الحويصلات الهوائية والتي تقدر مساحتها السطحية بحوالي 40 – 80 متر مربع أي خمسين مرة أكثر من مساحة الجلد

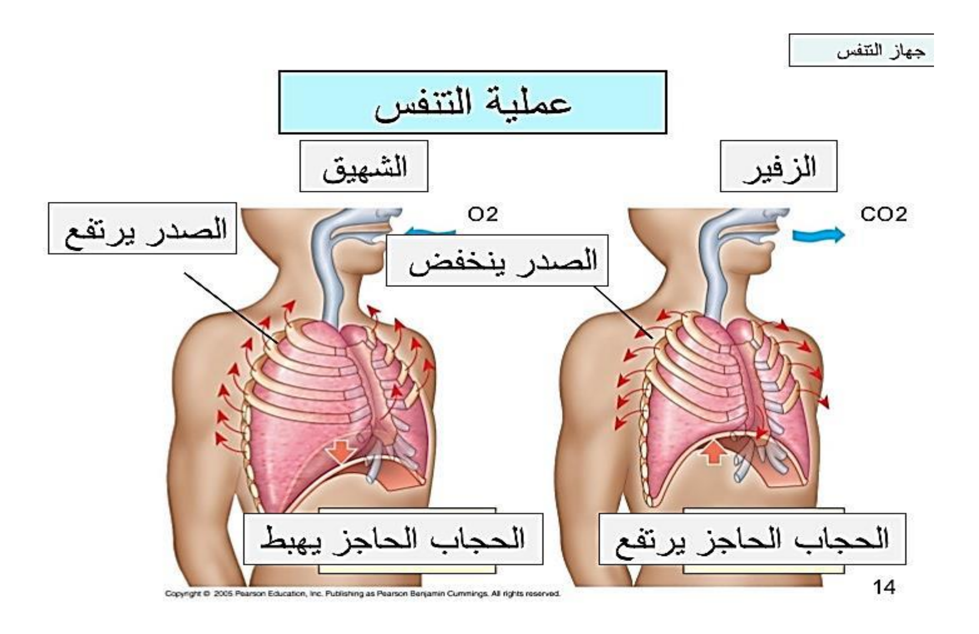
آلية التنفس في الإنسان

أولا: الشهيق

1. ترتفع الأضلاع الصدرية، ويتحرك الحجاب الحاجز إلى الأسفل.
2. يتوسع التجويف الصدري، ويقل الضغط داخل الرئتين.
3. يدخل الهواء الخارجي الواقع تحت الضـــغط الجوي عن طريق الرغامى إلى الرئتين ، فتتوسع الرئتان ويحدث التبادل الغازي.

ثانيا: الزفيـــر

1. تنبسط العضلات المسيطرة على الأضلاع والحجاب الحاجز, فيتحرك الحجاب الحاجز إلى الأعلى.
2. يضيق التجويف الصدري، فيزداد الضغط داخل الرئتين ليخرج الهواء إلى الخارج طارحاً CO_2 معه إلى الخارج. (شكل24)



شكل (24) عمليتي الشهيق والزفير في الإنسان



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح كيفية السيطرة على عمليات التنفس.
- يبين آلية انتقال الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون.
- يعرف صبغة الهيموكلوبين.

السيطرة على عمليات التنفس

تتم السيطرة على معدلات التنفس من خلال المركز التنفسي الذي يتكون من مجموعة من الخلايا العصبية الواقعة في النخاع المستطيل والقنطرة (الجسر) لساق الدماغ، والذي يرسل حوافز منظمة.

انتقال الغازات في الدم (Transport of Gases in Blood)

أولا: الأوكسجين

الكثير من اللافقريات والفقريات يتم نقلُ كل الأوكسجين تقريباً وكمية قليلة جداً من ثنائي أوكسيد الكاربون بوساطة الصبغات التنفسية، إن الصبغة التنفسية الأكثر انتشاراً في المملكة الحيوانية هي الهيموكلوبين **(Hemoglobin)** (جدول 1)، إذ ينتقل الأوكسجين بالطريقة الآتية:

1- ينتقل الأوكسجين من هواء الحويصلات إلى خلايا الدم في الأوعية الدموية المحيطة بالحويصلة.

2- يتحد الأوكسجين مع الهيموكلوبين مكوناً مركباً قلقاً يدعى أوكسي هيموكلوبين **(Oxy Hemoglobin)**.

3- ينتقل بعد ذلك في الدورة الدموية ليصلَ إلى الأنسجة، إذ يكون تركيز الأوكسجين أقل مما هو عليه في الدم الشرياني.

4- يتحرر الأوكسجين (حسب قانون الانتشار) ليدخل مختلف خلايا الجسم، ويعود الهيموكلوبين إلى الرئتين عن طريق الأوردة الرئوية لينقل جزيئة أوكسجين أخرى.



معلومات إثرائية

هل تعلم؟
إن الهيموكلوبين هي الصبغة التنفسية المسؤولة عن نقل الأوكسجين وبعض ثنائي أوكسيد الكاربون، وتتواجد في كرية الدم الحمراء وتتألف من جزئين هما الهيم (الحديد) و كلوبين (نوع من البروتينات)

ثانيا: ثنائي أوكسيد الكاربون

ينتقل غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الناتج من عملية التنفس من الخلية إلى الدم بالطرق الآتية:

1-ينقل 67 % تقريباً من ثنائي أوكسيد الكاربون بعد أن يحول داخل خلايا الدم الحمر بوجود عامل داخلي إلى أيونات البيكاربونات والهيدروجين وكما في المعادلة الآتية:

$$CO_2 + H_2O \Rightarrow H_2CO_3$$

وهذا التفاعل يبدأ ببطء شـــديد، ولكن يوجد داخل خلايا الدم الحمر عامل داخلي يجعل من هذا التفاعل سريعاً، وكما في المعادلة الآتية:

$$H^{+} + HCO^{-} \Rightarrow 3\ H_{2}\ CO_{3}$$

2-يرتبط 25 % تقريبا من ثنائي أوكســيد الكاربون عكســياً مع الهيموكلوبين، ويحمل إلى الرئتين حيث يطلقه الهيموكلوبين بالتبادل مع الأوكسجين.

3-يحمل 8 % تقريباً من ثنائي أوكســيد الكاربون على شـكل غاز ذائب في البلازما وخلايا الدم الحمر.

جدول (2) يوضح أنواع الصبغات التنفسية في الحيوانات (للاطلاع)

الصبغة	اللون	ذرات المعادن	الموقع	المجاميع الحيوانية
الهيموغلوبين	أحمر	Fe الحديد	خلايا الدم	الثدييات, الطيور, الزواحف, البرمائيات, الأسماك, الديدان الحلقية, بعض النواعم
الهيموسيانين	أزرق	Cu النحاس	البلازما	بعض النواعم والقشريات
الكلوروكرورين	أخضر	Fe الحديد	البلازما	الديدان الحلقية عديدة الأهلاب
الهيميرثرين	أحمر	Fe الحديد	خلايا الدم	الديدان الحلقية

11 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

حل أسئلة الوحدة

أسئلة الوحدة الثانية

أولا: ضع علامة (√) بجانب العبارة الصحيحة وعلامة (X) بجانب العبارة الخاطئة وصحح الخطأ فيها إن وجد

1. تستطيع معظم الحيوانات العيش لعدة شهور من دون الأوكسجين.
2. يعرف التنفس الخلوي بأنه أحد العمليات الخلوية التي تتطلب الأوكسجين وتعطي ثنائي أوكسيد الكاربون، وهي تتضمن تجزئة أو تكسير كامل للكلوكوز إلى ثنائي أوكسيد الكاربون وماء.
3. تحصل عملية تجزئة الكلوكوز خارج مايتوكوندريا الخلية وهي تحتاج لوجود الأوكسجين.
4. تتم عملية التبادل الغازي في الأوراق والسيقان المعمرة بواسطة الثغور.
5. يحصل في التنفس الخلوي الهوائي استهلاك للأوكسجين وتحرير لثنائي أوكسيد الكاربون من الخلية نفسها.
6. تمثل الخياشيم أعضاءً تنفسية متخصصة للبيئة المائية.
7. الهيموكلوبين هي الصبغة التنفسية المسؤولة عن نقل الأوكسجين وبعض ثنائي أوكسيد الكاربون وتتواجد في كريات الدم البيضاء.

ثانيا: عدَّد فقط مراحل التنفس الخلوي مع ذكر عدد جزيئات ATP الناتجة في كل مرحلة.

ثالثـا: عرّف ما يأتي

التنفس الرغاموي في اللافقريات, ATP, العديســـات, الحنجرة, الاعراف التنفسية، الحويصلات الهوائية.

رابعـا: قارن بين آلية الشهيق والزفير في الإنسان.

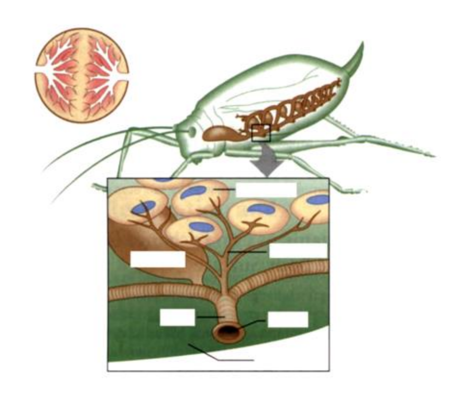
خامسا: علل ما يأتي

1- تحلل جسم الإنسان، وتفككه بعد موته.

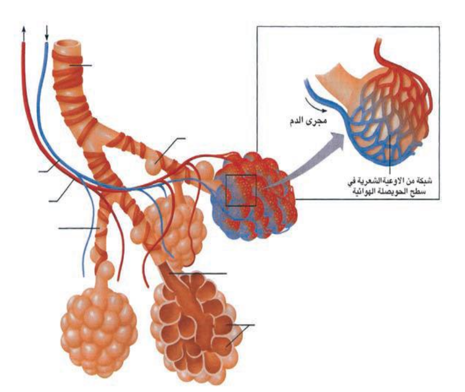
2- جدران الحويصلات الهوائية تكون رقيقة ورطبة.

سادسا: ضع التأشيرات على الأشكال الآتية

1-شكل يبين تركيب الجهاز الرغاموي في الحشرات.



2-شكل يبين تركيب الحويصلات التنفسية في الإنسان.



الوحدة الثالثة

النقــل Transport

المحتوى

عدد الدروس



الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أن يكون قادرا على أن:

1. يبيّن عظمة الله سبحانه وتعالى وبديع خلقه لطرق النقل في المخلوقات الحية
2. يفسّر مفهوم النقل في الأحياء وحيدة الخلية
3. يشرح مفهوم النقل في النباتات
4. يصف كيفية قيام النبات بسحب الماء من الجذور
5. يبيّن مفهوم النقل في الفقريات واللافقريات
6. يقارن بين الدورة الدموية المفتوحة والمغلقة في الحيوانات المختلفة
7. يوضّح كيفية حصول عملية تخثر الدم
8. يبيّن مما يتألف الجهاز اللمفاوي

1 الأهداف

أن يـكـون الطالب قادرا على أن:

- يـعـرف كـلا من: الانتشار, التناضح.
- يـبيّن مفهوم النـقل في الأحياء وحيدة الخلية.
- يـرسم تركـيب البراميسيوم.

النقل Transport

المقدمة

قال تعالى ﴿ هُوَ الَّذِي أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ 10 يُنبِتُ لَكُم بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾

(سورة النحل:10- 11)

لا يمكن للأحياء البقاء على قيد الحياة إلا إذا تبادلت المواد مع محيطها بكفاءة، تأخذ منه ما ينفعها، وتطرح فيه فضلاتها, والأحياء صغيرة الحجم والمجهرية لا تحتاج إلى جهاز خاص بالنقل داخل جسمها، أما المخلوقات الحية المتقدمة، والتي تكون كبيرة الحجم، فتتطلب جهاز نقل وعائي ليقوم بتنظيم نقل المواد داخل أجسامها المتعددة الخلايا.

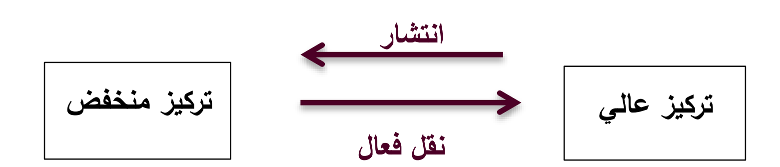
وعملية نقل الاحتياجات الأولية داخل الجسم تتطلب وجود أجهزة دورية في الحيوانات المتقدمة مثل جهاز الدوران الذي يقوم بتوزيع الماء ، والأيونات والكثير من مكونات سوائل الجسم وتبادلها مع مختلف الأعضاء والأنسجة كما يقوم بنقل الهورمونات إلى الأعضاء الهدف.

النقل في الطليعيات

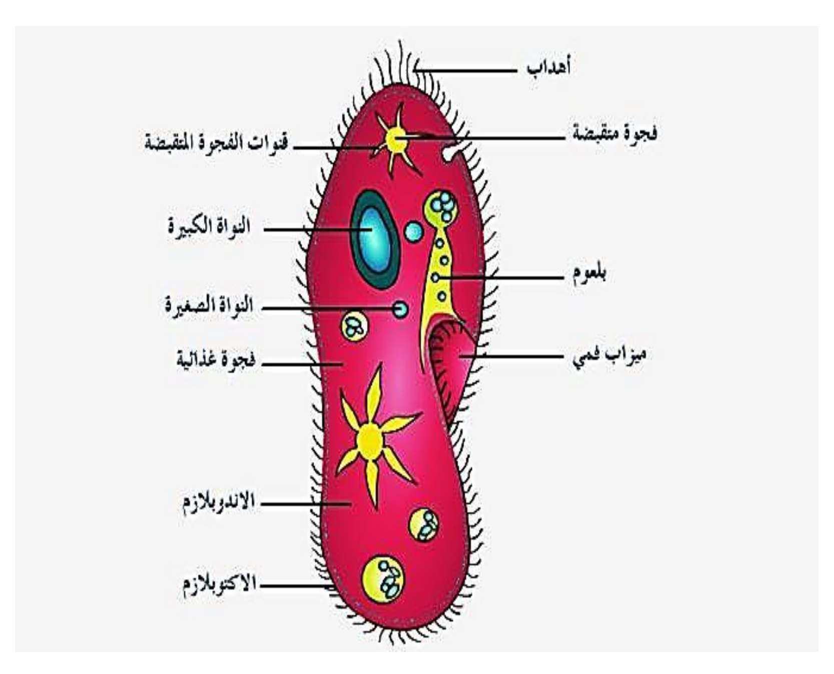
يتم نقل المواد في البراميسيوم وهو من الطليعيات عبر الغشاء الخلوي والسايتوبلازم السائل، ويعتمد أساساً على ظاهرتي الانتشار والتناضح. (شكل 25).

- **الانتشار (Diffusion):** حركة الأيونات والجزيئات خلال وسط معين من المناطق ذات التركيز العالي إلى المناطق ذات التركيز المنخفض.
- **التناضح (Osmosis):** حركة جزيئات الماء خلال غشاء اختياري النفاذية (الغشاء البلازمي) تبعاً لاختلاف التركيز، وتتم حركة جزيئات الماء وفق قانون الانتشار، إذ أن التناضح حالة من حالات الانتشار.

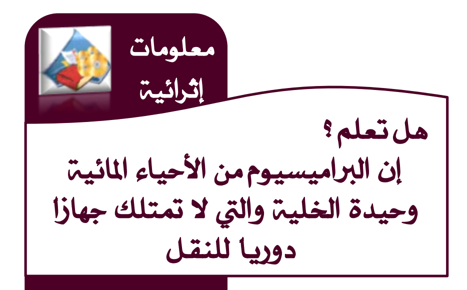
يهيئ سطح الخلية مساحةً كافية لانتشار النواتج الأيضية غير المرغوب فيها إلى خارج الجسم، لأن تراكمها داخل الخلية يسبب ضرراً لها ويعيق دخول مواد ضروريةٍ لأيض الخلية. تنتقل المواد النافعة للطليعيات من محيطه عبر غشاء الخلية إما بعملية الانتشار أو النقل الفعال. والانتشار يتم من مناطق التركيز العالي للمادة إلى مناطق التركيز المنخفض، أما النقل الفعال فيتم بطريقة عكسية, ويصرف الطليعي أو الخلية شيئاً من الطاقة خلال هذه العملية(النقل الفعال).



وقد يتم الانتقال المباشـر للمواد عبر غشـاء الخلية بوسـاطة عملية الانتشـار **Diffusion**، وربما يكون الانتشـار قليل الأهمية في الأحياء وحيدة الخلية كالبراميسـيوم أو تنعدم أهميته باستثناء بعض الأنواع المتعايشـة داخلياً (مثـل الطفيليـات)، ويمكن لبعض جزيئـات الطعـام المهمـة مثـل الكلوكوز والأحماض الأمينية أن تدخل إلى الخلية بعملية النقل الفعال.



شكل (25) البراميسيوم



هل تعلم؟
إن البراميسيوم من الأحياء المائية وحيدة الخلية والتي لا تمتلك جهازا دوريا للنقل



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: الأنابيب المنخلية ، الضغط الجذري , الخاصية الشعرية.
- يشرح مفهوم حركة الماء في النباتات.
- يوضح عملية نقل المواد اللاعضوية في النبات.
- يبيّن أهمية الضغط الجذري للنبات.

النقل في النبـــات

يمكن تقســيم النقل في النبات إلى نوعين هما: نقل المواد اللاعضـوية ونقل المواد العضوية.

نقل المواد اللاعضوية

ينتقل الماء في النباتات من الأســفل إلى الأعلى. فبعد امتصــاصــه بوســاطة الجذور، ينتقل عبرها إلى الســاق فالأوراق والأجزاء النباتية الأخرى، حيث يستعمل قسمٌ يسير منه في التفاعلات الحيوية ثم يفقد القسم المتبقي عن طريق الثغور بعملية النتح.

عمل الأوعية الخشبية

بعد أن يمتص الماء وما به من أملاح بوســاطة خلايا الشــعيرات الجذرية، يمر خلال القشرة (Cortex) ثم القشرة الداخلية (Endodermis) فالدائرة المحيطية (Pericycle) ليصل بعدها إلى الخشب (Xylem) ومنها يصعد خلال نسيج الخشب في الساق إلى أن يصل نسيج الخشب في الأوراق. ويتألف نسيج الخشب من:

1- الأوعية (Vessels)

2- القصيبات (Tracheids)

3- ألياف الخشب (Xylem Fibers)

4- خلايا حشوية خشبية (Xylem parenchyma)

ينتقل معظم الماء والأملاح المذابة من خلال الأوعية والقصيبات. وفي النباتات عارية البذور كالصنوبر التي لا يوجد فيها أوعية خشبية بل تحتوي على قصيبات فقط، تكون القصيبات هي الطريق الرئيس لمرور الماء والأملاح. وأمكن إثبات أن الماء ينتقل خلال نسيج الخشب بتجارب تعتمد إزالة حلقة كاملة لجميع الأنسجة الواقعة خارج نسيج الخشب على الساق. فوجد أن عدم تأثير ذلك على انتقال الماء والأملاح من الجذور إلى الأوراق، إذ لم ينتج عن ذلك ذبول الأوراق والأجزاء العلوية الأخرى.

آلية النقل من الجذر إلى الورقة

هناك عدة نظريات لتفسير حركة الماء والأملاح إلى النبات منها:

أولا: الضغط الجذري Root pressure

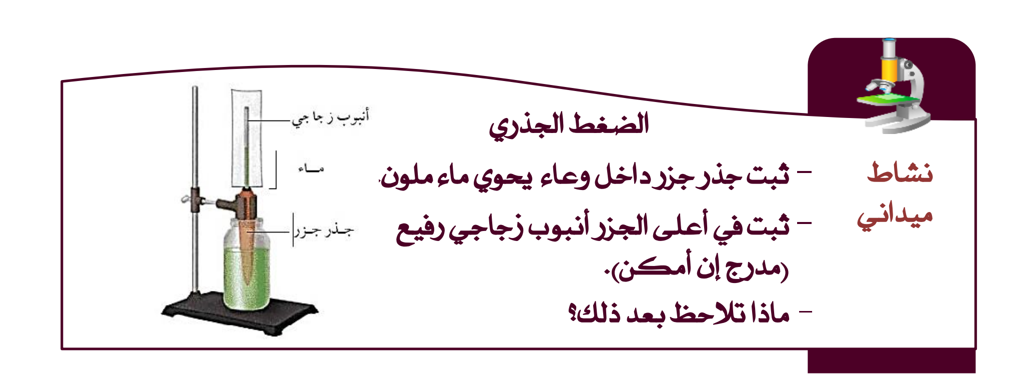
تعمل قوة الضغط الجذري على رفع الماء إلى الأعلى عندما يكون معدل فقدان الماء من المجموع الخضري منخفضاً وعند توفر الماء في التربة، فيمتص الجذر كميات كبيرة من الماء بخاصية التناضح (Osmosis).

إن قوة الضغط الجذري تفسر صعود الماء في النباتات العشبية والنباتات القصيرة فقط لأن رفع الماء إلى أعالي الأشجار الطويلة جداً يحتاج إلى أكثر من ضغط جوي واحد ليتناسب مع ارتفاع الساق.

ثانيا: الخاصية الشعرية Capillarity

عند وضـــع أنابيب رفيعة في وضـــع قائم وغمس فتحاتها الســـفلية في ماء, فإن الماء يرتفع فيها إلى مســـتوًى أعلى من مســـتواه في الإناء الخارجي. وكلما قلّ قطر الأنبوبـة زاد ارتفـاع الماء فيها. ويعود حدوث هذه الظاهرة إلى الخاصـــية الشـــعرية أو الجذب الســـطحي بين جزيئات الســـائل وجزيئات مادة الأنبوبة.

ويمكن تشبيه الأوعية والقصيبات في نسيج الخشب بالأنابيب الزجاجية المذكورة، إلا أن جدرانها قادرة على امتصـــاص الماء فضـــلاً عن ذلك بوســـاطة التشرب هذا.



نشاط ميداني

الضغط الجذري

- ثبت جذر جزر داخل وعاء يحوي ماء ملون.
- ثبت في أعلى الجزر أنبوب زجاجي رفيع (مدرج إن أمكن).
- ماذا تلاحظ بعد ذلك؟

3 الأهداف

أن يـكـون الطالب قادرا علـى أن:

- يشرح عملية السحب النتحي.
- يوضح آلية نقل المواد المصنعة في الورقة إلى باقي أجزاء النبات.

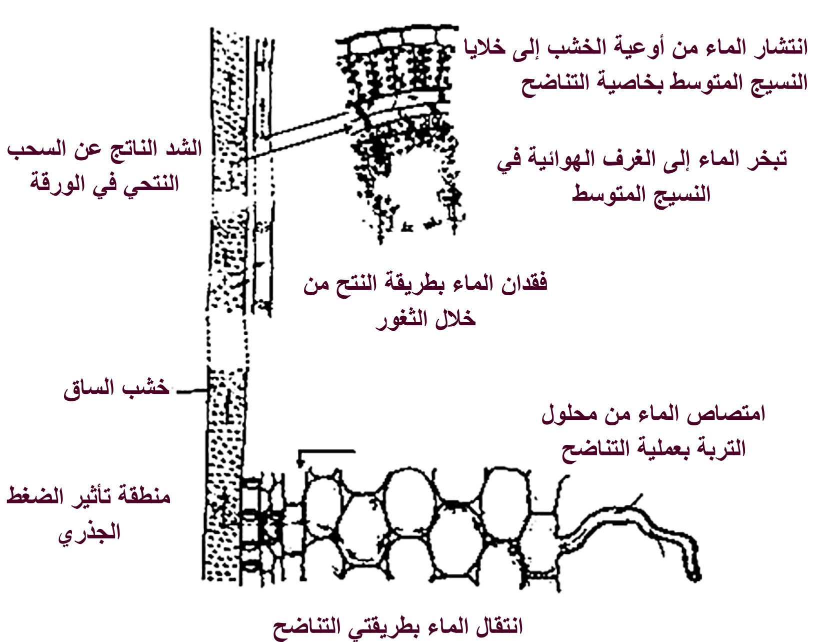
ثالثا: السحب النتحي Transpiration Pull

إن العصــارة تســحب إلى الأعلى خلال الأوعية والقصــيبات بوســاطة قوة تعمل في الأوراق وليس نتيجة دفع من الأســفل إلى الأعلى، إذ تتبخر كميات كبيرة من الماء من الأجزاء الهوائية للنباتات ولا سيما الأوراق وعلى النحو الآتي:

1. فقدان الماء من خلايا الورقة القريبة من الجو عن طريق النتح.
2. زيادة التركيز التنافذي لهذه الخلايا.
3. امتصاص الماء من الخلايا المجاورة ذات المحتوى المائي الأعلى.
4. قوة التماسك بين جزيئات الماء.
5. قوة التلاصق الهائلة بين جزيئات الماء مع جدران الأوعية والقصيبات.

وهكذا يســـتمر انتقال الماء من خليــة إلى أخرى في الورقــة مؤدياً بالنهاية إلى ســـحب الماء الموجود في الأوعية والقصـــيبات وعروق الـورقــة، وتمـتـد قـوة السحب إلى الأسفل خلال التراكيب الخشـــبية الناقلة في الســـاق والجذر.

ويعزى انتقال قوة الســـحب هذه خلال عمود المـــاء في النبــات إلى قوتي التماسك والتلاصق، ويعرف هذا التفســير بنظرية التماســك والشــد (Cohesion-Tension Theory) المبني على مجموعــة من قوى فيزياوية تجتمع لســـحب الماء إلى أعالي الأشجار شكل (26).

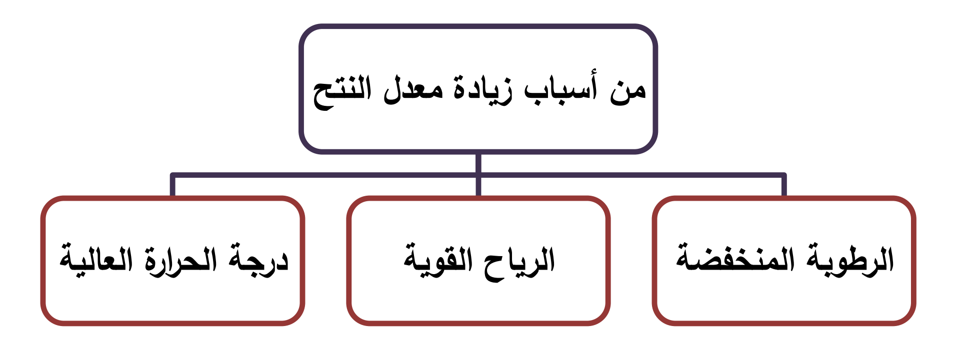


شكل (26) آلية نقل الماء والأملاح من الجذر إلى الورقة

(نظرية السحب النتحي) (للاطلاع)

وهناك مشـــاكل في نقل الماء في نسيج الخشب تنتج من تكوُن فقاعة من البخار داخل أنبوبة الخشب قطريا فتنقطع استمرارية عمود الماء مسـببة توقف استمرارية جريان الماء في نسيج الخشـب وهذه الحالة تدعى بالتفجي Cavitation.

وتظهر الفقاعة نتيجة ازدياد قوة سـحب الماء في الخشـب مما يؤدي إلى تبخر محلول الماء. وتظهر الفقاعات في العناصـر الوعائية ذات القطر الأكبر أكثر من القصـيبات، فالنبات عرضة لتكوين هذه الفقاعات حينما يكون معدل النتح عالياً مقارنة مع معدل سحب الماء في الجذور



نقل المواد العضوية

ينتقل الغذاء المصنـــع في الأوراق إلى أجزاء النبتة الأخرى بوســـاطة اللحاء (الأنابيب الغربالية، الخلية المرافقة، ألياف اللحاء، برنكيما اللحاء)، وقد بينت التجارب أن المواد التي ينقلها اللحاء هي:

1- السكريات 90%مثل سكر القصب (سكروز).
2- الأحماض الأمينية مثل حامض الكلوتاميك (Glutamic acid) وحامض الاسبارتيك (Aspartic acid).
3- الهرمونات.
4- بعض الأملاح المعدنية.

ينتقل الغذاء من مناطق تكونه (الورقة) إلى مناطق الخزن (كالجذر والثمرة والبذرة) أو إلى مناطق النمو (كالبراعم والكامبيوم والقمم النامية)، وقد ينتقل من مناطق الخزن إلى مناطق النمو، لذلك فإن حركة الغذاء في النبات تكون باتجاهين إلى الأســـفل وإلى الأعلى. وتنتقل المواد الغذائية في الســـاق بصورة شعاعية خلال الأشعة الوعائية والأشعة اللبية.



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح نظرية انسياب السايتوبلازم.
- يرسم مقطعا طوليا في اللحاء موضحا فيه الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة.
- يوضح بالرسم نظرية انسياب الضغط أو الكتلة.

الأنابيب الغربالية Sieve Tubes

خلايا مستطيلة نحيفة الجدران ذات نهايات مثقبة تُسمَّى الصفائح الغربالية (Sieve plates)، أما في عارية البذور والسرخسيات فلا وجود للأنابيب الغربالية في لحائها، بل يوجد بدلاً عنها خلايا غربالية (Sieve cells) وتحتوي الأخيرة على مساحات غربالية (Sieve areas) في جدرانها، وهي أقل تعقيداً من الصفائح الغربالية. الجدول أدناه يبين الفرق بين عناصر نقل الغذاء بين مغطاة البذور وعاريات البذور.

مغطاة البذور	عاريات البذور
الأنابيب الغربالية	خلايا غربالية
الصفائح الغربالية	مساحات غربالية
أكثر تعقيدا	أقل تعقيدا

نظريات نقل الغذاء من الورقة إلى باقي أجزاء النبات

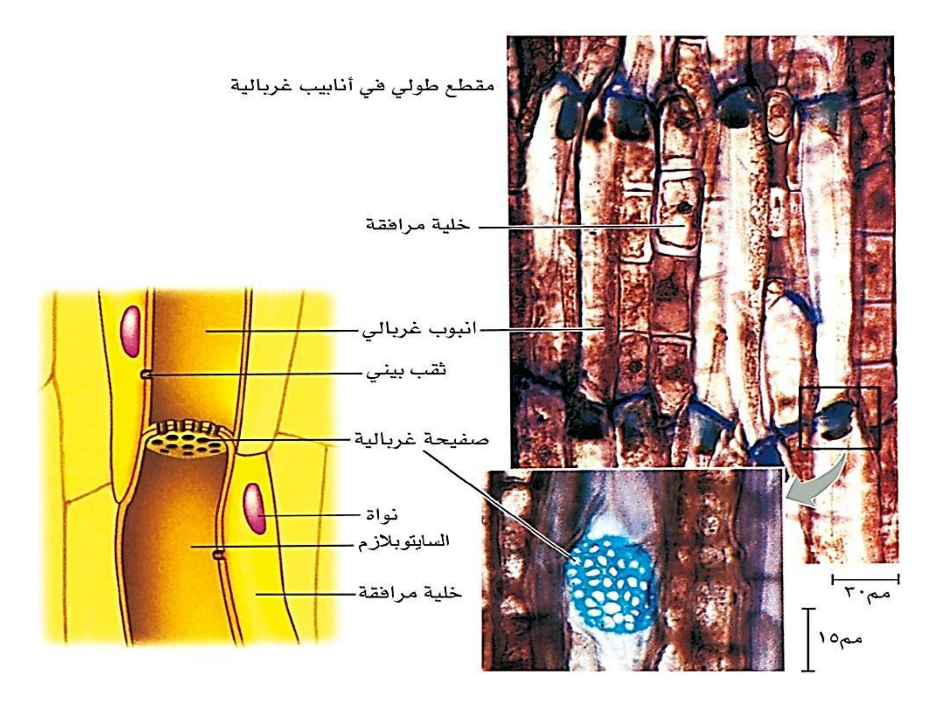
تنتقل الأغذية خلال اللحاء بمعدل عال لا يمكن تفسيره بالانتشار البسيط، وهناك عدة نظريات لتفسير هذا الانتقال منها:

1- نظرية انسياب السايتوبلازم Cytoplasmic streaming

وهي أولى الفرضيات التي وضعت لتفسير آلية نقل المواد الغذائية خلال اللحاء، وتفترض هذه النظرية أن انسياب سايتوبلازم خلايا اللحاء يفسّر انتقال المواد الغذائية المذابة وعلى النحو الآتي:

- انتقال المواد المذابة في ســـايتوبلازم الأنابيب الغربالية من طرف إلى آخر وبشكل دوري.
- انتقال المواد المذابة خلال الروابط البلازمية التي تخترق الصـــفائح الغربالية إلى الأنبوب الغربالي الثاني عن طريق الانتشار. شكل (27)

وقد أثبتت التجارب أن أي عامل يثبط انسياب السايتوبلازم يثبط انتقال المواد الغذائية أيضا.



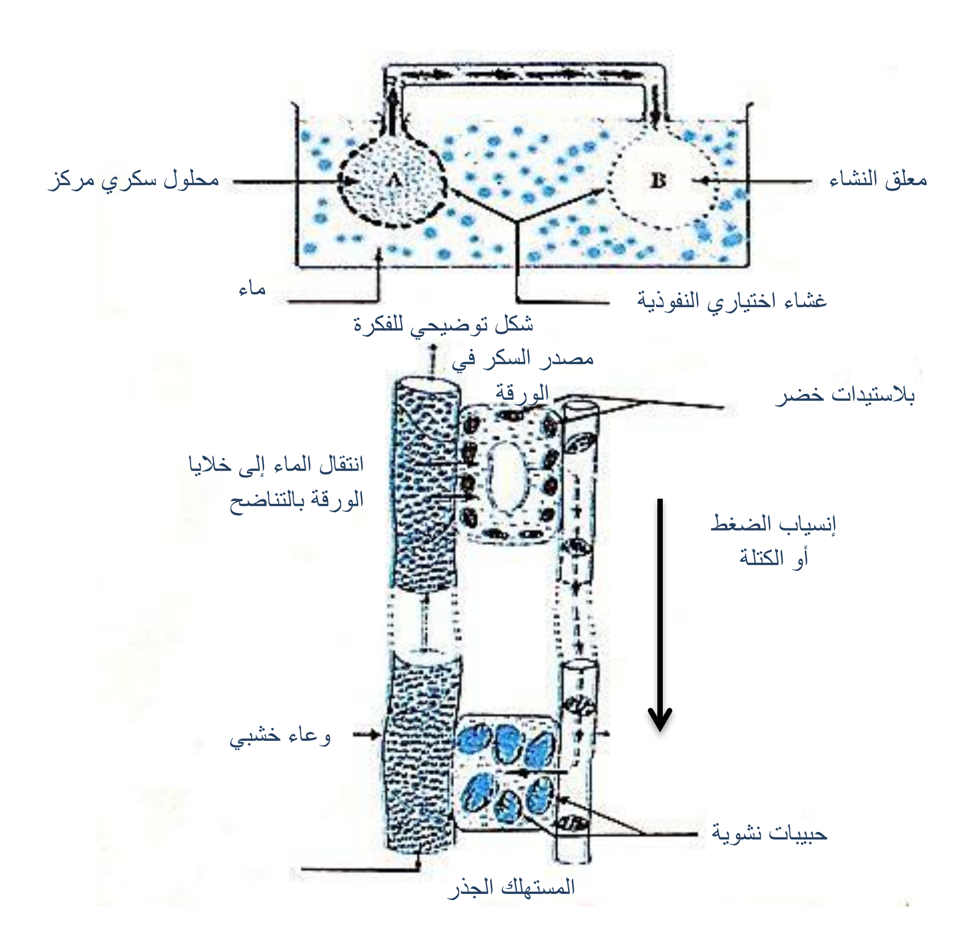
شكل (27) مقطع طولي في اللحاء موضحاً الأنبوب الغربالي والخلية المرفقة

2- نظرية انســياب الضـغط Pressure Flow Theory أو انســياب الكتلة Mass Flow Theory

تتضــمن هذه النظرية انســياب الســكر داخل الأنابيب الغربالية حســب الخطوات الآتية:

- الســكر الناتج من البناء الضــوئي يدخل الأنابيب الغربالية في الورقة بالنقل الفعال الذي يستمد طاقته من الخلية المرافقة.
- الســكر يرفع التركيز التناضـحي داخل الأنابيب الغربالية مما يؤدي إلى دخول الماء اليها بالخاصية التناضحية من عناصر الخشب المجاورة.
- يزداد الضـــغط الانتفاخي (Turgor pressure) بزيادة الماء مولداً قوة تدفع عصير اللحاء.

وعلى هذا الأساس فالضغط الانتفاخي الناتج من الخاصية التناضحية هو الســبب في حدوث انســياب الكتلة لكل من المادة الذائبة (الســكر) والمذيب (الماء). ويســـتمر هذا الانســـياب من مناطق تكوين الغذاء (الورقة) وحتى مناطق خزنه كما في شكل (28).



شكل (28) يوضّح نظرية انسياب الضغط أو الكتلة

5 الأهداف

أن يـكـون الطالب قادرا على أن:

- يـوضح أهمية أجهزة النقل في الحيوانات.
- يـعدّد أنواع التجويف الجسمي في الحيوانات اللافقرية.
- يصف طريقة النقل في كلِ من: الهايدرا , البلاناريا.

النقل في الحيوانات

إن أهمية أجهزة النقل في الحيوانات تتمثل بالآتي:

1. نقل المواد من مواضع دخولها أو صنعها أو خزنها إلى أجزاء الجسم المختلفة.
2. حمل النواتج غير المرغوب بها أو الفضلات إلى مواضع طرحها خارجاً.
3. إن أجهزة النقل هي إحدى وسائل التنسيق والتكامل في جسم الحيوان.

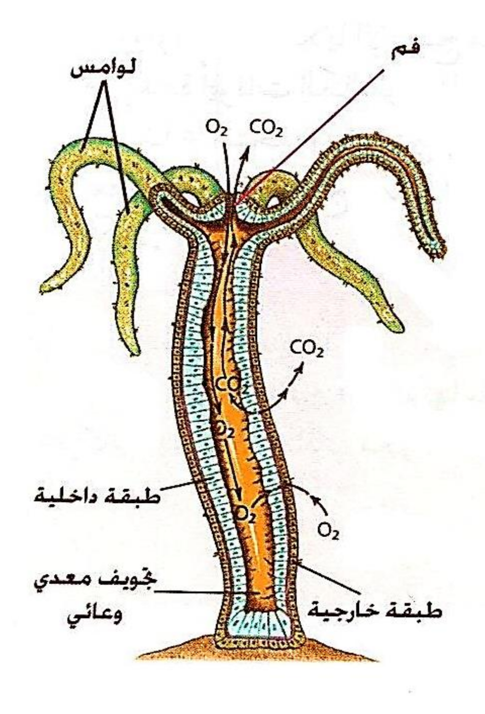
كما يجب أن يتصف جهاز النقل كي يكون فعالاً بصفات منها:

1. يتحرك الوسط الناقل في كل أجزاء الجسم، ويتم ذلك بحركة الأهداب أو الحركات العامة للجسم أو بوسيلة عضلية متخصصة.
2. ينقل المواد الأيضية بشكل محلول أو عالق بترابط فيزيائي أو كيميائي.
3. يتصل جهاز النقل بـ (الجهاز الهضمي، سطح الجسم، عضو التنفس، عضو الإبراز، مواضع صنع وخزن واستغلال المواد الغذائية).

النقل في اللافقريات

أولا: النقل في الهايدرا

لا تمتلك الهايدرا جهاز نقل, ولا تختلف عملية النقل هنا كثيراً عنها في الطليعيات، إذ تكاد جميع الخلايا تكون بتماس مع المحيط مما يمكنها من تبادل الغازات معه بسهولة, (شكل 29). كما تنتشر المواد الغذائية المهضومة من خلايا الطبقة المعدية Gastrodermal Cells إلى الخلايا الأخرى التي لا يمكنها تناول الطعام وهضمه. ويساعد في هذه العملية الدبق المتوسط Mesoglea ذو المحتوى المائي العالي، أو عن طريق جسور بروتوبلازمية تصل الطبقة المعدية بالبشرة.



شكل (29)
تبادل المواد بين الهايدرا ومحيطها

ثانيا: النقل في الديدان المسطحة

في الديدان المسطحة ومثالها البلاناريا وهي من الأحياء البحرية، فإن تجويف الجهاز الوعائي المعدي يتفرع خلال الجسم الصغير المسطح للدودة، ويجلب المواد الغذائية إلى الخلايا والجزيئات الغذائية التي تنتشر من خلية إلى أخرى, حيث تمتلئ الفسحة الموجودة بين جدار الجسم والقناة الهضمية بأنسجة حشوية, وتكون أجسامها كيسية ويصبح الجهاز الدوري غير ضروري (شكل 30).



شكل (30) الديدان المسطحة كالبلاناريا

ثالثا: النقل في الديدان الخيطية

في اللافقريات ذات التجويف الجسمي الكاذب مثل الديدان الخطية كدودة الاسكارس، فإنها تستخدم السائل الجوفي لأغراض النقل من وإلى داخل خلايا الجسم, إذ تمتاز هذه الحيوانات باحتوائها على جوف يقع بين الأديم الباطن والأديم المتوسط (الطبقة الجرثومية الداخلية والمتوسطة).



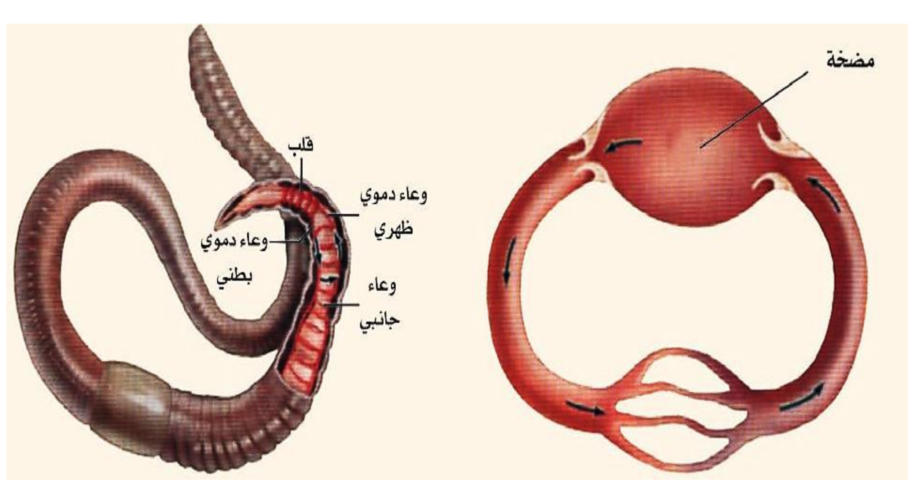
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح عملية النقل في الجرادة.
- يرسم مخططا يوضح أنواع الجوف الجسمي.
- يشرح مفهوم النقل في دودة الارض.

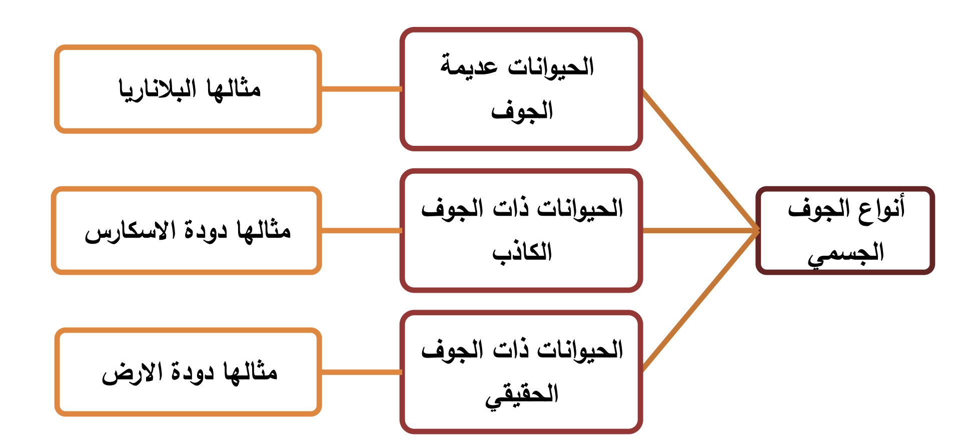
رابعا: النقل في الديدان الحلقية

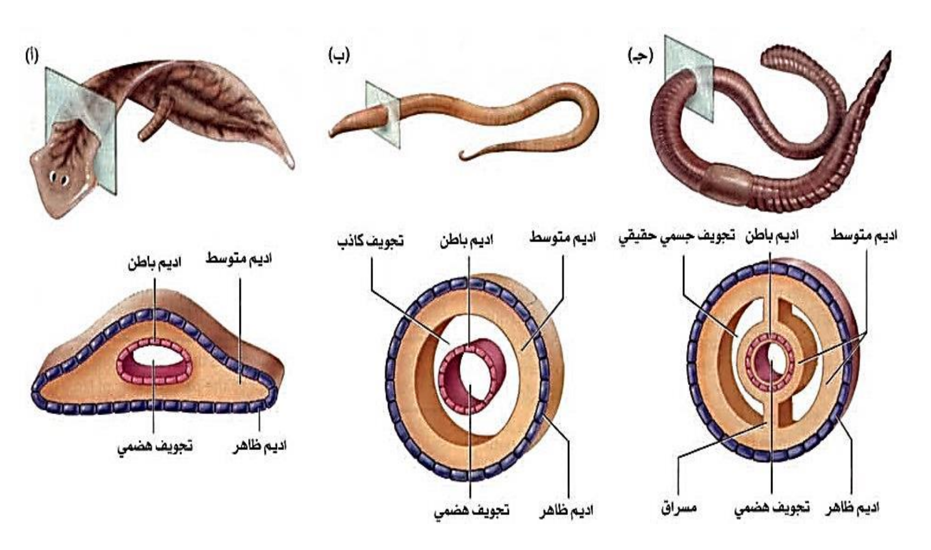
جهاز الدوران في الديدان الحلقية من النوع المغلق وهو أكثر تعقيداً من كافة الحيوانات التي درستها سابقا مثل دودة الأرض، حيث يتألف جهاز الدوران فيها من ثلاثة أوعية طويلة رئيسة أحدها ظهري والآخران بطنيان. تمتد هذه الأوعية على طول الجسم تقريباً، وتتصل ببعضها في كل حلقة بأوعية حلقية في المنطقة المحيطة بالجوف وجدار الجسم. ويوجد في هذه الأوعية الدموية صمامات تسمح بمرور الدم باتجاه واحد وتمنع عودته إلى الوراء, ويوجد في دودة الأرض خمسة أزواج من القلوب الأمامية (ويطلق عليها بالأقواس الأبهرية) تضخ الدم إلى وعاء دموي هو الشريان البطني، والذي يتفرع إلى تفرعات جانبية في كل قطعة جسمية، والدم يسير في هذه التفرعات الشعرية، أذ يحصل التبادل في السائل النسيجي ومن ثم يعود الدم بوساطة أوردة صغيرة إلى الوعاء الوريدي الظهري والذي بدوره يعود بالدم إلى القلب لإعادة ضخه من جديد (شكل 31).

والدم في دودة الأرض يكون أحمر اللون لاحتوائه على صبغة تنفسية (الهيموغلوبين)، الذي يكون ذائبا في الدم وليس ضمن الخلايا, إذ تتصل الأوعية الدموية الظهرية بواسطة خمسة أزواج من القلوب الأمامية التي تضخ الدم، وتوزّع الأوعية الدموية الجانبية الدم إلى أنحاء الجسم, وهي حيوانات يقع جوفها الجسمي داخل الأديم المتوسط ومبطن بغشاء البريتون ومثالها النواعم كالأخطبوط وغير ذلك من الحيوانات اللافقرية.



شكل (31) جهاز الدوران المغلق في دودة الأرض

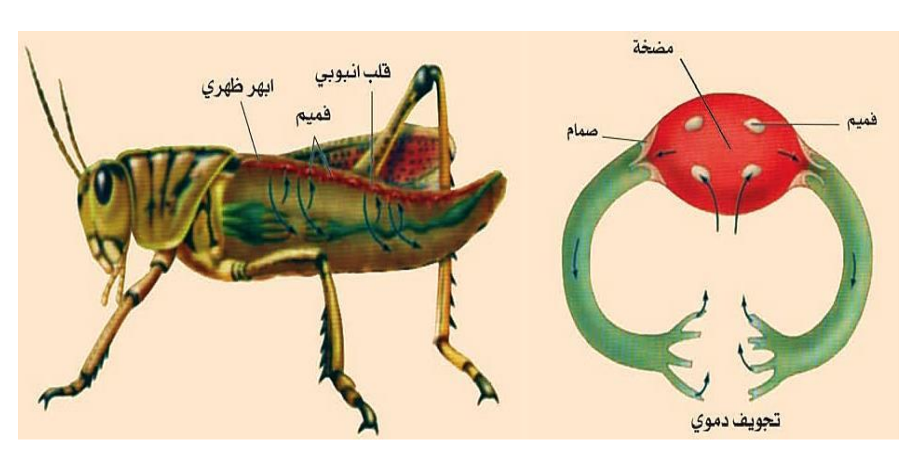




شكل (32) أنواع التجويف الجسمي في الحيوانات المختلفة (للاطلاع)
أ-الديدان المسطحة (البلاناريا) عديمة التجويف ب- الديان الكيسية ذات التجويف الجسمي الكاذب ج- الديدان الحلقية وشوكية الجلد ذات تجويف جسمي حقيقي

خامسا: النقل في الحشرات

في الجرادة يكون جهاز الدوران من النوع المفتوح، لها جوف دموي مقسم إلى عدة جيوب معزولة عن بعضها جزئياً, والسائل الدموي اللمفي يلاحظ في الحيوانات التي لها جهاز دوران مفتوح، ففي معظم النواعم ومفصلية الأرجل (الجراد) يضخ القلب السائل الدموي اللمفي عن طريق أوعية إلى الفسح النسيجية والتي تتوسع في بعض الأحياء إلى جيوب كيسية (شكل 33).



شكل (33) جهاز الدوران المفتوح في الجرادة

في الجرادة القلب (تركيب أنبوبي ظهري الموقع يحوي فتحات تغلق أثناء تقلص القلب وتفتح عندما يرتخي القلب تدعى بالفميمات)، أثناء التقلص يقوم القلب بضخ السائل الدموي اللمفي إلى الأبهر الظهري، الذي يفرغ محتوياته في التجويف الدموي وعندما يرتخي القلب فإن السائل الدموي اللمفي يمتص راجعاً إلى القلب عن طريق الفميمات.

والسائل الدموي اللمفي في الجرادة يكون عديم اللون كونه لا يحتوي هيموغلوبين أو أي صبغة تنفسية أخرى، وهو يحمل الغذاء ولا يحمل الأوكسجين، والأوكسجين يؤخذ من قبل الخلايا ويزال ثنائي أوكسيد الكربون منها عن طريق أنابيب هوائية تدعى بالرغاميات أو القصيبات (Tracheae).



أن يكـون الطالب قادرا على أن:

- يقارن بين الدورة الدموية المفردة و الدورة الدموية المزدوجة.
- يبيّن تركيب القلب في الإنسان.
- يرسم مقطعا في قلب الإنسان.

النقل في الفقريات

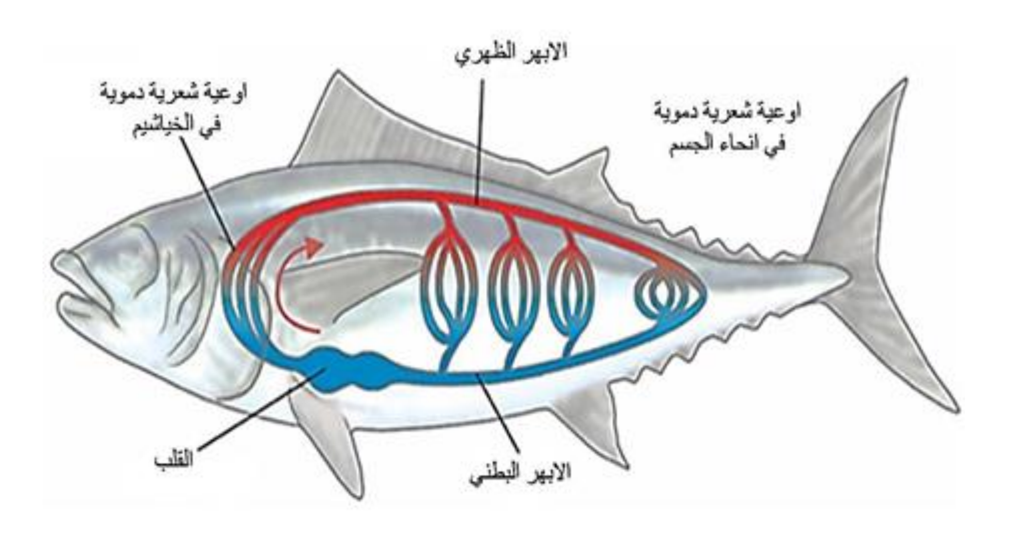
إن المســؤول عن عملية النقل في الفقريات جهازان هما: الجهاز الدموي والجهاز اللمفاوي، والجهازان يرتبطان معاً في الوظيفة والتركيب.

الجهاز الدموي Haemal System

في الفقريـات يكون الجهـاز الـدموي مغلقـاً ويتكون من (قلـب نـابض، وشـرايين تنقل الدم إلى أنحاء الجسـم، وأوردة تجمع الدم من أنسـجة الجسـم، شبكات من الشعيرات الدموية التي تصل تفرعات الشرايين الصغيرة بالأوردة). ويمكن تصنيف الأجهزة الدموية في الفقريات إلى نمطين أساسيين هما:

1- الدورة الدموية المفردة Single blood circulation

يوجد هذا النوع في الأسـماك عدا الأسـماك الرئوية ويتألف القلب فيها من أذين غشـائي مفرد وبطين عضـلي مفرد أيضـاً. إذ يضـخ القلب الدم إلى الخياشـــيم حيث يتأكســـد هناك ثم يندفع إلى الأبهر الظهري لكي يتوزع على أعضاء الجسم خلال شبكة من الأوعية الشعرية الدموية ويعود بواسطة الأوردة إلى القلب (شكل 34).



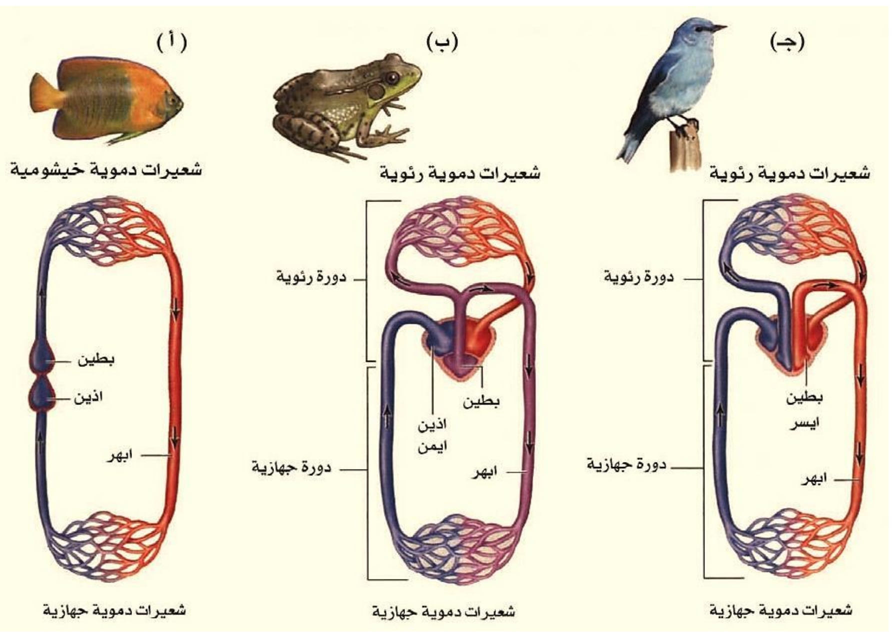
شكل (34)

شكل تخطيطي للدورة الدموية المفردة في الأسماك (عدا الأسماك الرئوية)

2ـ الدورة الدموية المزدوجة Double Blood Circulation

توجد في الأسماك الرئوية والبرمائيات ومعظم الزواحف والطيور والثدييات، فللرئات في الفقريات البرية دور كبير في الدورة الدموية المزدوجة، حيث توفر وصول كمية كافية من الدم المؤكسج إلى جميع أنحاء الجسم، ونقصد بها دورة جهازية لها مضخة تزود شبكات الشعيرات الدموية في أنسجة الأعضاء بالدم المؤكسج، ودورة رئوية ترسل الدم غير المؤكسج إلى الرئتين.

ينقسم القلب في التماسيح والطيور والثدييات إلى نصفين: أيمن وأيسر بواسطة حواجز، حيث يتألف الجانب الأيمن من القلب من أذين أيمن وبطين أيمن، وهكذا هو الحال في الجاني الأيسر المكون من أذين أيسر وبطين أيسر. والدورة الدموية في هذه الفقريات تكون مزدوجة، وتعرف دورة الدم التي تبدأ من الجانب الأيمن من القلب ثم إلى الرئتين وتنتهي في الجانب الأيسر من القلب بالدورة الدموية الرئوية (الدورة الصغرى)، وتلك التي تبدأ من الجانب الأيسر للقلب ثم لأنحاء الجسم وتنتهي بالجانب الأيمن من القلب بالدورة الدموية الجهازية (الدورة الكبرى) (شكل 35).



شكل (35) جهاز الدوران في فقريات مختلفة (أ) جهاز الدوران في الأسماك (ب) جهاز الدوران في البرمائيات ومعظم الزواحف،(ج) جهاز الدوران في التماسيح والطيور واللبائن



معلومات إثرائية

يختلف معدل ضربات القلب في الفقريات المختلفة اعتمادا على مستوى الأيض العام و حجم الجسم، وفيما يلي بعض الأمثلة:

سمك القد (Codfish) معدل ضربات القلب حوالي (30)ضربة في الدقيقة.

الأرنب (200) ضربة بالدقيقة. الفيل (25) ضربة في الدقيقة.

الإنسان (70) ضربة في الدقيقة. القطة (125) ضربة في الدقيقة.

الفأر (400) ضربة في الدقيقة.

ماذا يمكن أن تستنتج عزيزي الطالب؟

القلب في الإنسان

عن النواس بن سمعان الكلابي قال: سمعت رسول الله ﷺ يقول: ((ما من قلب إلا بين أصبعين[1] من أصابع رب العالمين إن شاء أن يقيمه أقامه وإن شاء أن يزيغه أزاغهُ)) وكان رسول الله ﷺ و سلم يقول: ((يا مقلب القلوب ثبت قلوبنا على دينك)). **مسند الإمام احمد بن حنبل، الحديث 17630.**

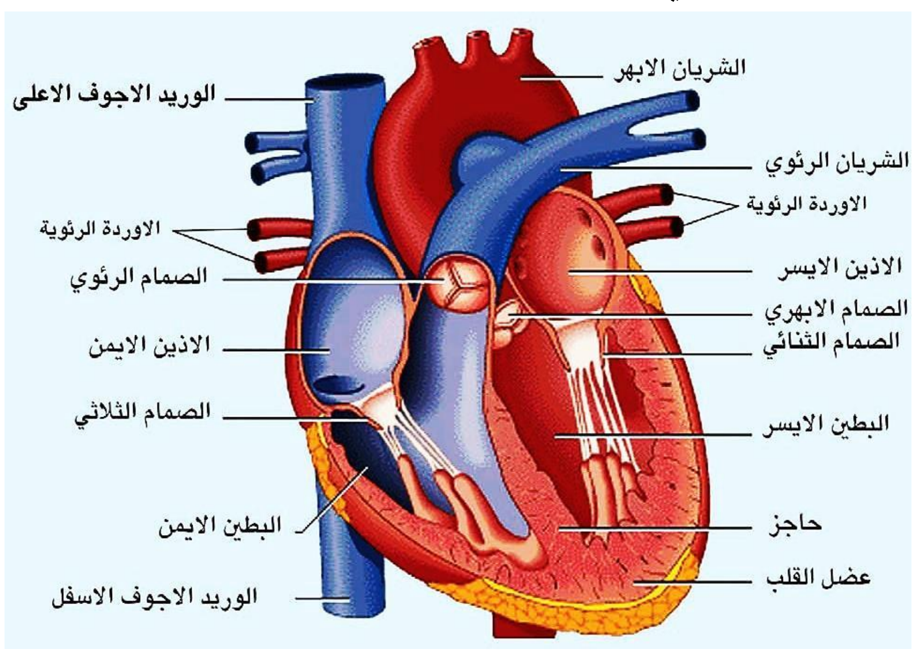
القلب Heart عضو عضلي مجوف كمثري الشكل قاعدته إلى الأعلى و قمته إلى الأسفل وتنحرف قمته عن الخط الوسطي للصدر نحو اليسار قليلاً وبحجم قبضة اليد يقع بين الرئتين داخل التجويف الصدري. يتألف من ألياف عضلية قلبية مخططة لا إرادية، وتكون هذه الألياف متفرعة ومتشابكة وتنفصل بعضها عن بعض بوساطة الأقراص البينية وتكون نواتها مركزية، ويتخصص بعضها بتوصيل النشاط الكهربائي وتعرف عندئذ بألياف بركنجي (Purkinje) وهي غير منفصلة بينها اتصال سايتوبلازمي يجعلها تعمل وحدة واحدة, وهو محاط بمحفظة من الألياف تعرف بغشاء التامور (الغشاء المحيط بالقلب (Pericardium)) ويتكون قلب الإنسان من أربعة ردهات هي أذينان رقيقا الجدران وبطينان سميكا الجدران (شكل 36)، ويوجد في القلب مجموعة من الصمامات هي:

1- **صمام ثلاثي الصفائح (Tricnspid valve): يسمح بانسياب الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن**
2- **صمام ثنائي الصفائح (Bicuspid valve): يسمح بانسياب الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر**
3- **صمامات نصف هلالية (Semilunar valves): توجد عند مدخل الأوعية الدموية الرئيسة المتصلة بالقلب وتشمل:**

[1] للمعلم : ينبه المعلم الطالب أن سبحانه له أسابيع فمذهب أهل السنة والجماعة أنهم يثبتون ذلك من غير تمثيل ولا تحريف ولا تكييف ولا تعطيل.

أ. **الصـــمام الأبهري (Aortic valve): يســـمح بمرور الدم إلى داخل الشـــريان الأبهري ويمنع عودته إلى القلب و يوجد عند منطقة اتصـــال الشريان الأبهر بالقلب.**

ب. **الصمام الرئوي (Pulmonary valve): يسمح بمرور الدم إلى داخل الشـــريان الرئوي ويمنع عودته إلى القلب ويوجد عند منطقة اتصـــال الشريان الرئوي بالقلب.**



شكل (36) تشريح قلب الإنسان حيث يتضح من خلاله ردهات القلب والصمامات التي تنظم مرور الدم



أن يـكـون الطالب قادرا علـى أن:

- يـعرّف الأوعيـة الدمويـة الشعريـة.
- يـعدّد طبقات جدار القلب.
- يـرسم تركيب الشرايين والأوردة.

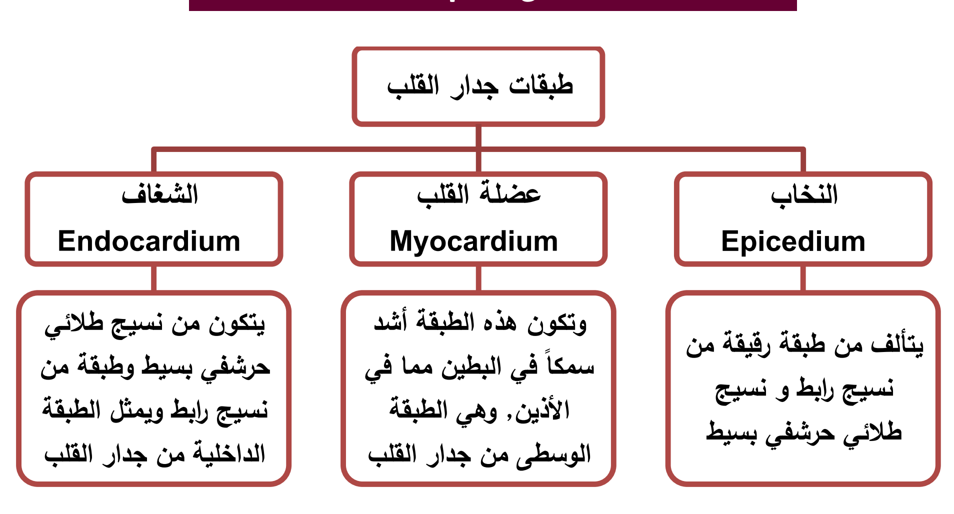
جدار القلب

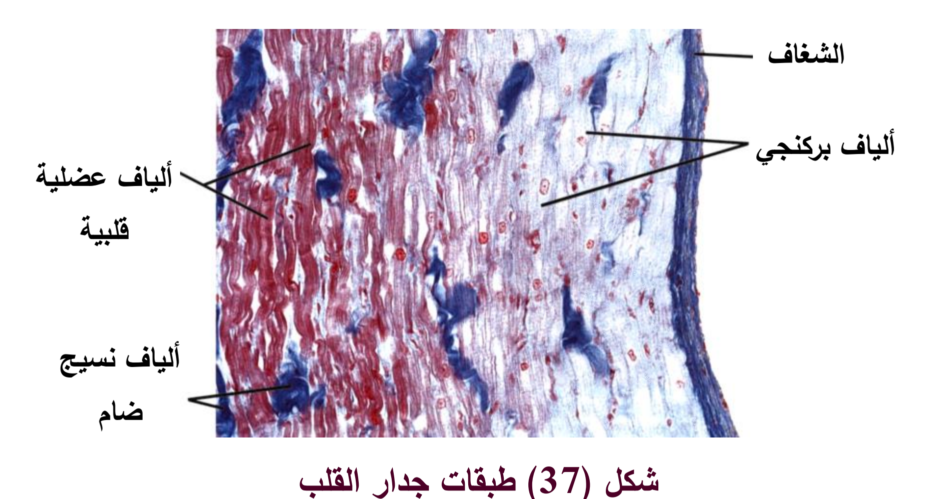
يتألف جدار القلب من ثلاث طبقات هي ابتداء من الداخل:



هل تعلم؟

إن حساب معدل ضربات القلب في الإنسان وهو يـقـترب من نهايـة العمر العادي هو 2.5 بليون ضربة و يـكـون معدل الضخ (300000) ثلاث مائة الف طن من الدم خلال العمر العادي

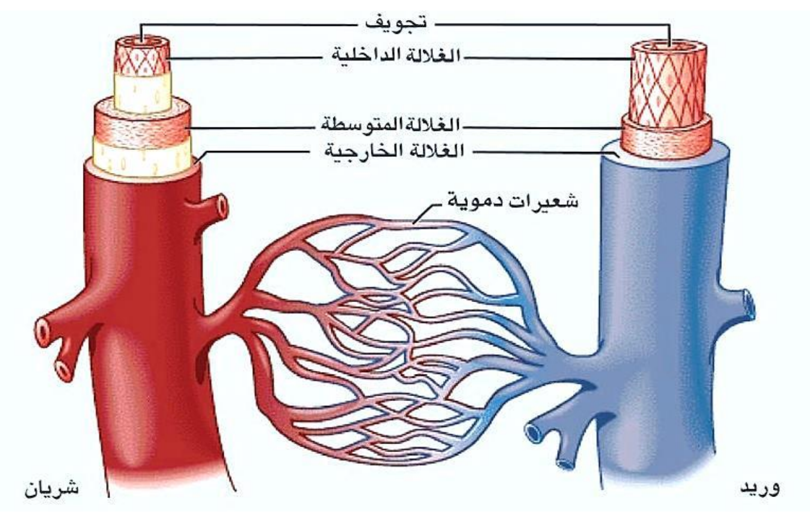




شكل (37) طبقات جدار القلب

الشرايين و الأوردة Arteries and Veins

تكون الشـــرايين Arteries والأوردة Veins المتصـــلـة بالقلب أكبر أوعية الجهاز الدموي وأســمكها جدراناً, فالشــرايين هي الأوعية الدموية التي تخرج من القلب, اما الأوعية الدموية التي تدخل القلب فهي بالأوردة, وكلما ابتعدنا عن القلب نجد أن الشـرايين والأوردة يقل قطرها ويتغير سـمك جدرانها، (شكل 38) وبشكل عام تتكون جدران الشرايين والأوردة من ثلاث طبقات هي:



شكل (38) الأوعية الدموية

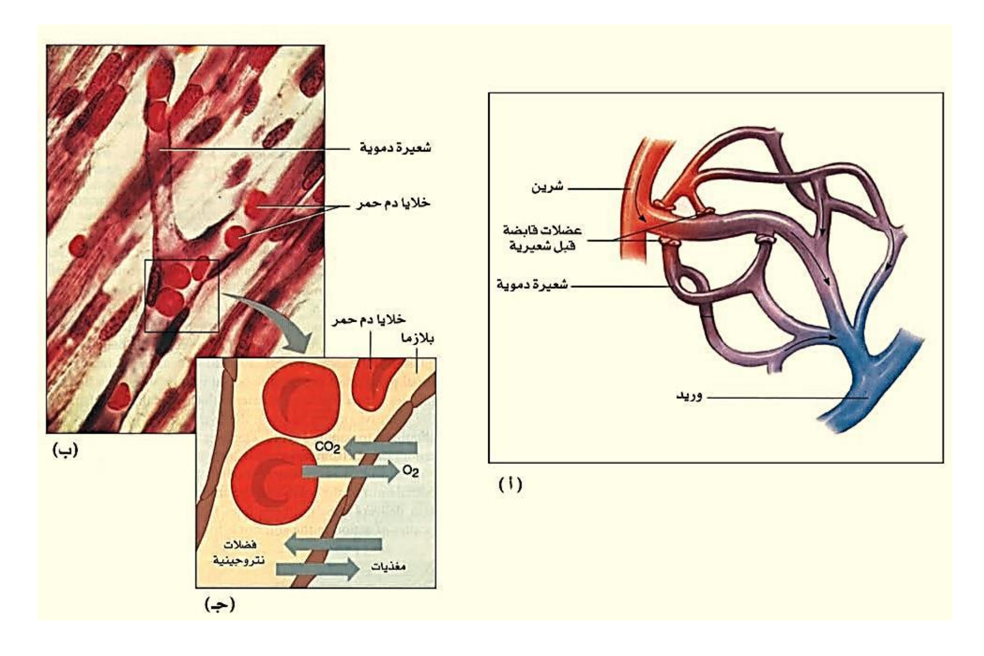
1- الغلالة الداخلية Tunica Intima: تتألف من البطانة (Endothelinm) المكونة من نسيج طلائي حرشفي بسيط و طبقة من نسيج رابط ليفي مطاط.

2- الغلالة المتوســطة Tunica Media: تتألف من ألياف عضـلية ملسـاء وأليـاف مطـاطيـة تنتظم دائريـاً, وتكون محـاطـة بطبقـة من الأليـاف المرنة(Etastic layer).

3- الغلالة الخارجية Tunica Adventitia: تتكون من نسـيج رابط قد يحوي أوعية دموية صغيرة تغذي جدران الأوعية الكبيرة.

الأوعية الشعرية الدموية Blood Capillaries

أوعية دقيقة تصل بين الشرايين من جهة و الإوردة من الجهة الأخرى وتعرف بالشعيرات الدموية، و هي أوعية ضيقة جدا حيث يصل متوسط قطرها أقل من (10) مـايكروميتر في اللبـائن (الثدييـات), إذ تتكون جدران الأوعيـة الشعرية الدموية من طبقة رقيقة من الخلايا الطلائية الحرشفية البسيطة التي ترتكز على غشـــاء قاعدي رقيق وطبقة من نســـيج رابط والشـــعيرات الدموية مصـممة بحيث يمكنها أن ترشــح وتسـمح بمرور الماء ومعظم المواد المذابة عدا البروتينات؛ لأنها جزيئات عملاقة (شكل 39).



شكل (39) (أ) شبكة الأوعية الشعرية الدموية (ب) الأوعية الشعرية الدموية (ج) الأوعية الدموية يحدث فيها تبادل غازي



9 الأهداف

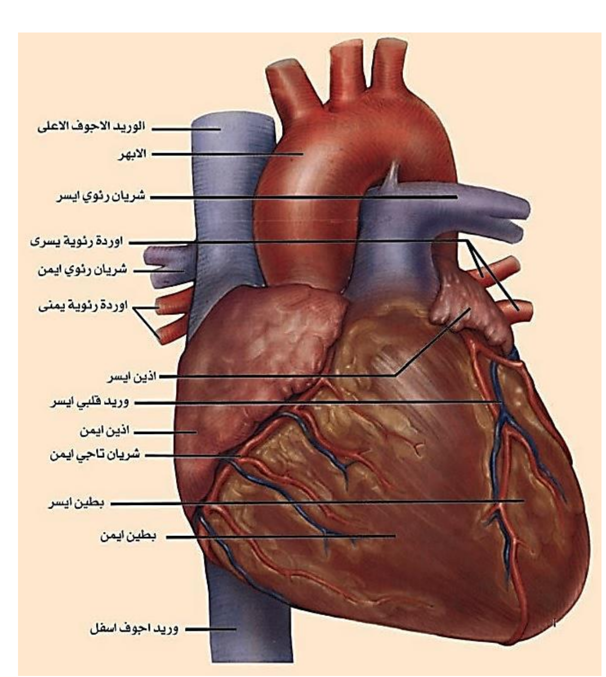
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- ✍ يبيّن مسار الدم في الدورة التاجية.
- ✍ يوضّح بالأسهم الدورة الدموية الرئوية في الإنسان.
- ✍ يشرح الدورة الدموية الجهازية.

الدورات الدموية في الجسم

أولا: الدورة التاجية

تغذي عضــلة القلب أوعية دموية خاصــة به تزوده بالدم الحاوي على الأوكســجين والغذاء وهي تتمثل بالشــريانين التاجيين Coronary Arteries الذين ينشــأن من الشــريان الأبهر والوريدين التاجيين Coronary Veins الذين يصبان في الأذين الأيمن عن طريق الكيس التاجي (شكل 40).



شكل (40)
المظهر الخارجي للقلب في الإنسان

ثانيا: الدورة الرئوية Pulmonary Circulation

يضـخ البطين الأيمن الدم الوريدي غير المؤكسـج إلى الرئتين عن طريق الشـريان الرئوي الذي يتفرع باسـتمرار حتى تصـبح الشـعيرات الدموية الناتجة بتماس مع الحويصلات الهوائية في كل رئة، فيتم طرح غاز ثنائي أوكسـيد الكربون وأخذ الأوكسـجين. يعاد الدم المؤكسـج إلى القلب عن طريق وريدين رئويين أيسـرين و ثلاثة أوردة يمنى، يتحد اثنان منها قبل ان تصـب في الأذين الأيسـر، لذا فإن الأوردة الرئوية تفتح في الأذين الأيسر بأربع فتحات, يضخ الأذين الأيسر الدم إلى البطين الأيسر.

ثالثا: الدورة الدموية الجهازية Systemic Circulation

يضـخ الدم من البطين الأيسـر إلى الأبهر, ويعطى قوس الأبهر ثلاثة شـرايين هي: الشـريان اللامسـمى والشـريان السـباتي المشـترك الأيسر والشريان تحت الترقوي الأيسر. يتفرع الشريان اللامسمى إلى الشريان تحت الترقوي الأيمن وإلى الشـريان السـباتي المشـترك الأيمن. ويغذي الشـريان السـباتي المشـترك الأيمن والسـباتي المشـترك الأيسـر الرأس، بينما يزود كل شريان تحت ترقوي الذراع الواقع إلى جهته والعنق بالدم, كما يعطي الأبهر النازل في الصدر شرايين مزدوجة تنتشر بين الأضلاع تعرف بالشرايين بين الضلعية (شكل 41).



معلومات إثرائية

هل تعلم ؟

إن الذبحة الصدرية (Angina Pectoris) تحصل عند حدوث أي انسداد في الأوعية التاجية الذي يؤدي إلى حدوث ألم شديد في الجهة اليسرى من الجسم و الذراع و هذه الحالة قد تؤدي إلى الوفاة

ويتفرع الأبهر الظهري إلى عدة تفرعات رئيسة كما يأتي:

1- **الشريان الجوفي:** يزود المعدة والكبد والطحال بالدم.

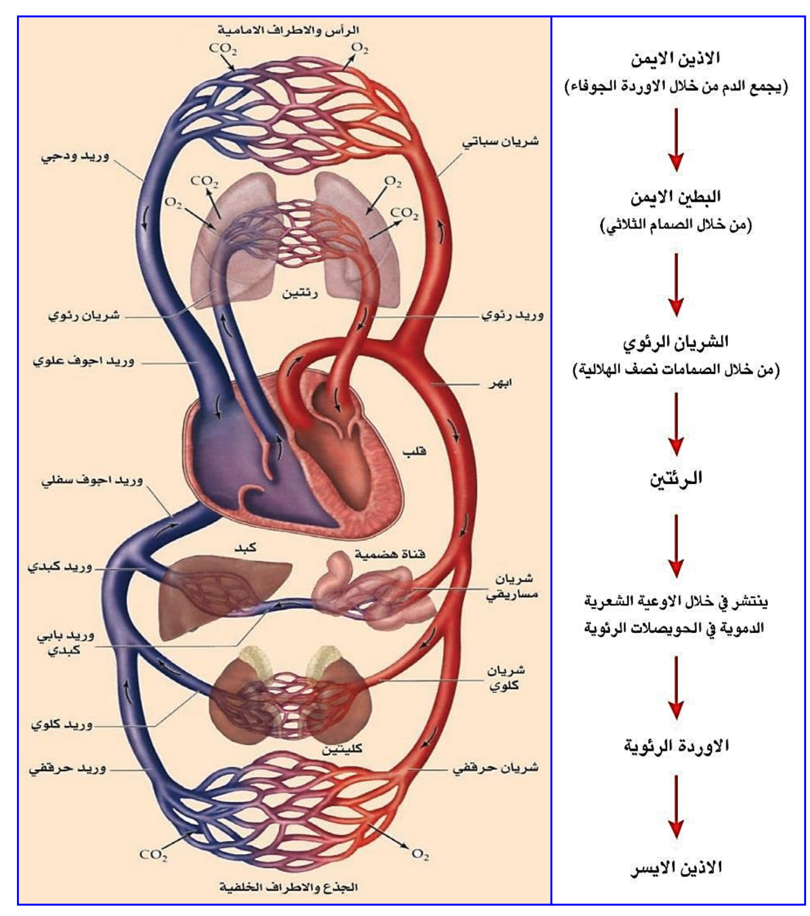
2- **الشـــريان المســـاريقي العلوي:** يزود الأمعاء الدقيقة وأعلى الأمعاء الغليظة بالدم.

3- **الشريان المساريقي السفلي:** يزود أسفل الأمعاء الغليظة والحوض بالدم.

4- **الشرايين الكلوية المزدوجة:** تزود الكليتين والغدتين بالدم.

5- **الشرايين المنسلية المزدوجة:** تزود الغدد المنسلية بالدم.

6- **الشرايين القطنية:** تزود جدار البطن بالدم.



شكل (41) المظهر الخارجي للقلب في الإنسان



أن يـكـون الطالب قادرا على أن:

- يـبين أهمية الدورة البابية الكـبدية.
- يـصف دوران الدم في الجهاز البابي الكـلوي.
- يـعرف خلايا الدم الحمر.

رابعا: الدورات البابية Portal Systems

1- الجهاز البابي الكـبدي Hepatic Portal System

هي مجموعة من الأوردة التي تقوم بنقل الدم من الأمعاء الدقيقة إلى الكبد, وذلك بهدف معاملة المواد الغذائية الممتصة في القناة الهضمية قبل أن تصب في الوريد الأجوف الأسفل وبدوره يصب في القلب, ويتألف الجهاز البابي الكبدي من الوريد البابي الكبدي Hepatic Vein Portal من المنطقة البوابية للمعدة والوريد الطحالي والوريدين المساريقيين الأمامي والخلفي(العلوي والسفلي) (شكل 42).

2- الجهاز البابي الكـلوي Renal Portal System

في الفقريات البسيطة مثل البرمائيات يأتي الدم بوساطة أوردة خلفية تحمله من الأطراف السفلى، وتتحد هذه الأوردة لتكون الوريد البابي الكلوي (Renal Portal Vein) الذي يتفرع داخل الكلية إلى أوردة صغيرة وأوعية شعرية دموية ثم يعود الدم بواسطة الأوردة الكلوية إلى الوريد الأجوف الأسفل, الذي يصب بدورهِ في القلب، ويفتقد هذا الجهاز في الطيور والثديات البالغة.

الرباط المدور للكبد، الأوردة حول السرة
وريد الباب،الشريان الكبدي الخاص
المرارة،الوريد الكيسي (لكيسة المرارة)
القناة الكبدية الأصلية
القناة الكيسية
القناة الصفراوية الأصلية (الجامعة)
الأوردة المعثكلية العفجية،الوريد المعدي الثربي الأيمن
الوريد القولوني المتوسط، الوريد القولوني الأيمن
الوريد المساريقي السفلي
الوريد الأجوف السفلي
الوريد اللفائفي القولوني
الأوردة الزائدية
الوريد المستقيمي العلوي
الأوردة السينية
الأوردة الصائمية واللفائفية
الأوردة القولونية اليسرى
الوريد المساريقي العلوي
الوريد المعدي الثربي الأيسر

شكل (42) الدورة البابية الكبدية في الإنسان

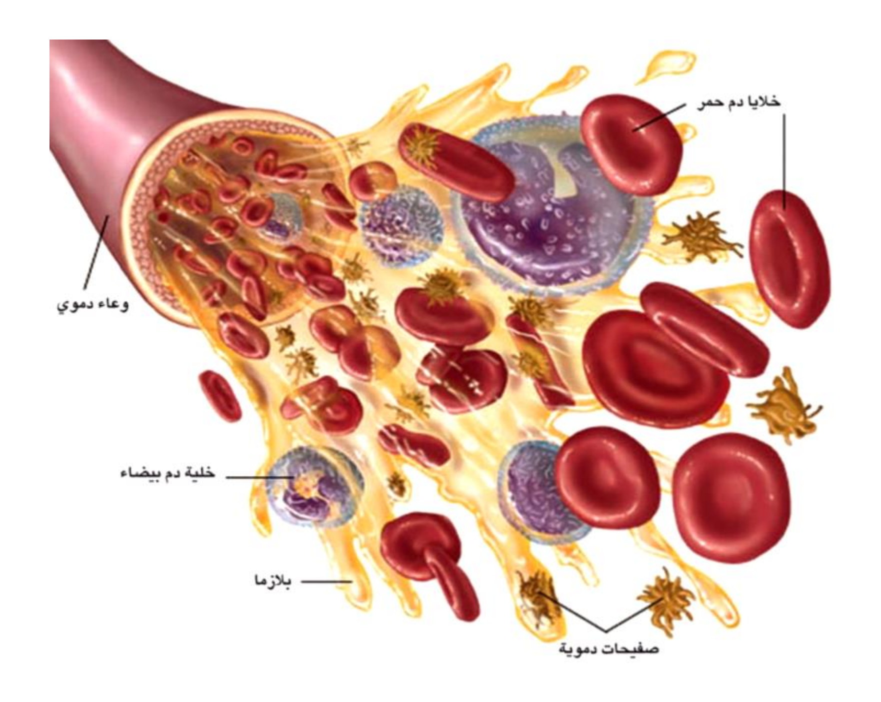


فكر معي

هل كل المواد الغذائية الممتصة من قبل الأمعاء الدقيقة تدخل إلى الكبد ؟ نعم ...... لا ...... لماذا؟

الـــــدم Blood

الدم ســــائل لزج أحمر اللون يملأ القلب والأوعية الدموية المتصـــلة به, يشـــكل الدم حوالي 7 – 9 % من وزن الإنســـان. يحتوي الدم على الخلايا (الحمر والبيض). وهذه الخلايا تبلغ نسبتها 45 % من حجم الدم, أما النسبة المتبقية وهي 55% فهي السـائل المعروف ببلازما الدم، وللدم درجة حموضـة PH حوالي 7.4 الذي يُعدُّ نسيجاً ضاماً (شكل 43). ويحوي أيضاً الصفيحات الدموية.



شكل (43) تركيب الدم في اللبائن

تصنّف خلايا الدم إلى خلايا الدم الحمر Erythrocytes وخلايا الدم البيض Leucocytes .

أولا: خلايا الدم الحمر Erythrocytes

هي خلايا مســـتديرة مقعرة الســـطحين عديمة النواة قطرها حوالي 8 مايكرون, تتكون أثناء الحياة الجنينية في الطحال والكبد والعقد اللمفاوية, وبعد الولادة تتكون في نخاع العظم, والثدييات البالغة تفقد نواتها أثناء عملية تكوينها، تحتوي صـــبغة تنفســـية هي الهيموغلوبين ويكون عددها عادة في الإنسـان البالغ حوالي 25 ترليون خلية حمراء ويكون العدد حوالي (6) مليون خلية في الملي متر المكعب الواحد، يبلغ متوسط عمر خلية الدم الحمراء أربعة أشـهر، تمر خلية الدم الحمراء باسـتمرار خلال الشـعيرات الدموية التي تكون أحيانا ضـيقة جدا لدرجة أن خلية الدم الحمراء تنضـغط لكي تمر من خلالها، وفي نهاية عمرها تتكسر إلى أجزاء، وتبتلع من قبل الخلايا البلعمية.



معلومات إثرائية

هل تعلم؟

الهيموكلوبين عبارة عن مركب بروتيني معقد يتكون من بروتين الكلوبين بنسبة 96٪ ومجموعة الهيم بنسبة 4%



معلومات إثرائية

هل تعلم؟

إن خلايا الدم الحمر يكون عددها في الذكور أكثر مما في الإناث، وإن عددها يزداد لدى الأشخاص الذين يقطنون المرتفعات



أن يـكـون الطالب قادرا على أن:

- يوضح أهمية خلايا الدم البيض.
- يصتف خلايا الدم البيض.
- يعرف كلا من: الصفيحات الدموية, البلازما.
- يرسم شكل يوضح تصنيف مكونات الدم.

ثانيا: خلايا الدم البيض Leukocytes

وهي خلايا صــــغيرة عديمة اللون تختلف عن خلايا الدم الحمر بكونها أكبر منها وتحتوي نواة أحادية ولها القدرة على الحركة الذاتية فهي تتحرك حركة أميبية كما أنها تفتقد إلى الهيموغلوبين؛ ولذلك تظهر أكثر شــــفافية (عديمة اللون). وخلايا الدم البيض إما تكون حبيبية (Granulocytes) أو لا حبيبية (Agranulocytes) وعددها يتراوح بين (5000 – 11000) خلية في الملي لتر المكعب الواحد (شكل 44).

1ـ خلايا الدم البيض الحبيبية: تحوي سايتوبلازم الخلايا حبيبات:

أ– الخلايا العدلة Neurophils: وهي خلايا كروية الشكل يتراوح قطرها بين 10 – 14 مايكروميتر وتشــــكل 60–75% من خلايا الدم البيض, وتمتلك هذه الخلايا صفة التكيف الأميبي والقابلية الالتهامية للبكتيريا والأجســـام الغريبة الداخلة للجســـم خاصـــة الحديثة التكوين منها، إذ تســـتطيع أن تمر خلال جدران الأوعية الدموية الشـــعرية وتخرج من الدورة الدموية دون أن تحدث ضـــرراً على جدران تلك الأوعية وذلك عبر امتدادات أميبية تمتد بين خلايا جدار الوعاء الشعري وترحل دائماً بسرعة إلى حيث تحصل الإصابة.

ب- الخلايا الحمضة Eosinophils: خلايا كروية الشكل يتراوح قطرها بين 10 – 14 مايكرومتر، تمتاز بنواة ثنائية الفص غالباً، وتشكل من 2-4% من خلايا الدم البيض.

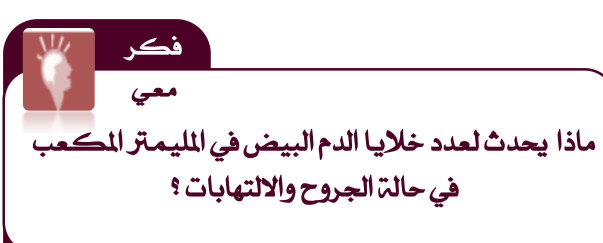
ج- الخلايا القعدة Basophils: وهي كروية الشكل أيضا يتراوح قطرها بين 10- 12 مايكرومتر، ونواتها مفصصة. وتشكل نسبة ضئيلة من خلايا الدم البيض حوالي 0.5%.

2-خلايا الدم البيض اللاحبيبية Agranulocytes

وهي تفقد الحبيبات في سايتوبلازم الخلية وتكون ممثلة بنوعين هما:

أ- الخلايا اللمفاوية Lymphocytes: أصغر الخلايا البيض حجما كروية الشكل ذات سايتوبلازم متجانس ونواة كبيرة يتراوح قطرها بين 5 – 17 مايكروميتر تحتل معظم الخلية، تلعب هذه الخلايا دوراً هاماً في إنتاج الأجسام المضادة التي تعادل السموم البكتيرية، لذا تتجمع في مواضع الضرر في حالة الأمراض الالتهابية المزمنة.

ب- الخلايا الوحيدة Monocytes: هي أكبر خلايا الدم البيض حجماً مقارنة بالأنواع الأخرى وتكون كروية الشكل, يتراوح قطرها بـ 10 – 24 مايكرومتر، تمتاز بسايتوبلازم متجانس ونواة كلوية الشكل تتصف الخلية الأحادية بقابليتها الالتهامية للبكتريا؛ لأنها تمتلك الأنزيمات الهاضمة.



ماذا يحدث لعدد خلايا الدم البيض في المليمتر المكعب في حالة الجروح والالتهابات ؟

❖ الصفيحات الدموية Blood Platelets

هي جسـيمات صـغيرة جداً قرصـية الشـكل غير خلوية لعدم وجود نواة في جميع مراحـل تكوينهـا يبلغ قطرهـا حوالي 2-4 مـايكرون, وعـددهـا يتراوح بين150000 -300000 في المـايكرومتر الواحـد وعمرهـا يتراوح بين 8-10 يوم. وتلعب دوراً مهماً في عملية تخثر الدم، وهي تنشـأ من خلايا خاصة تعرف بالخلايا العملاقة في نخاع العظم.

❖ البلازما Plasma

يشكل الماء نسبة 90% منه، أما المتبقي فهو بروتينات مختلفة مثل البومين والكلوبيولين ومولـد الليفيين (الفـايبرينوجين) ومواد أخرى كـالسـكرات الأحـاديـة والأملاح, ويلعب مولد الليفيين دوراً مهماً في تخثر الدم.

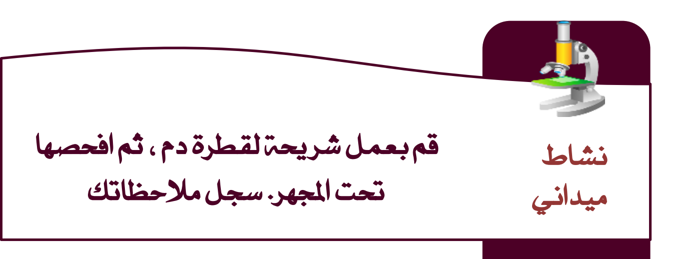
❖ مصل الدم Serum

هو الجزء السائل من الدم بعد تخثره ويكون خالياً من الليفين.



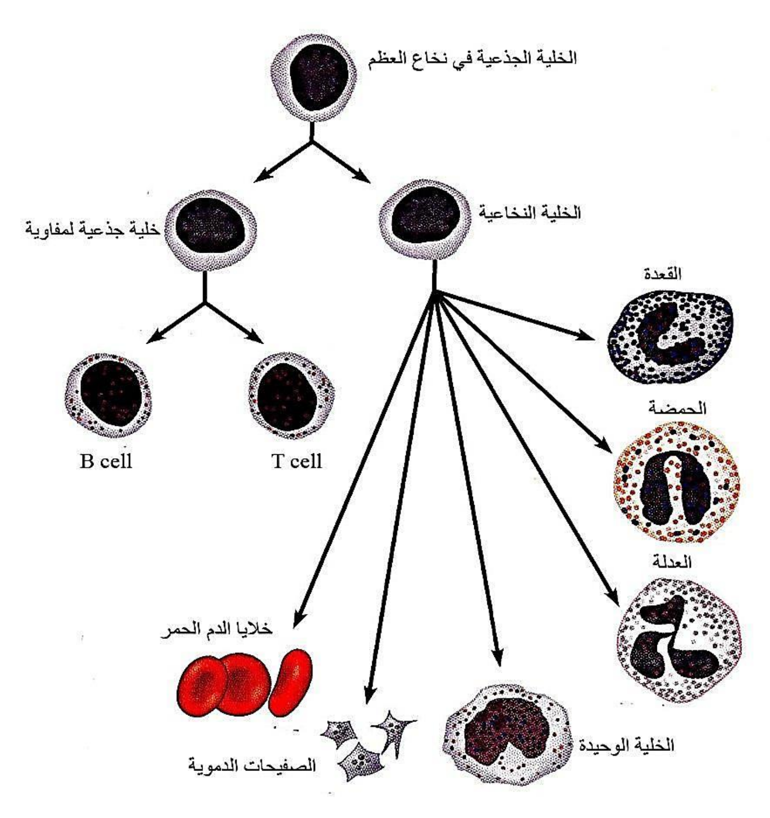
فكر معي

1. هناك أشخاص لا يتوقف نزيفهم عند حدوث الجروح , ما سبب عدم توقف النزيف ؟
2. ما الذي يمكن لهؤلاء الاشخاص عمله لتلافي مشكلة النزف؟



نشاط ميداني

قم بعمل شريحة لقطرة دم ، ثم افحصها تحت المجهر. سجل ملاحظاتك



شكل (44) أنواع خلايا الدم





12 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يشرح كيف تحصل عملية تخثر الدم.
- يعدد الأوعية اللمفاوية.
- يشرح تركيب الجهاز اللمفاوي.

تخثر الدم Blood Coagulation

يُعدُّ تخثر الدم عملية وقائية ضد فقدان الجسم للدم في حالات النزف والجروح. فعند تعرض صفيحات الدم للهواء تتحلل وتتكسر وتتجمع في منطقة الضرر، أذ تسهم هذه الصفيحات مع الأنسجة المتهدمة في تحرير أنزيماً نشطاً يعرف بالثرومبوبلاستين، وبوجود أيونات الكالسيوم Ca^{++} في الدم يقوم بتحويل بروتين غير فعال موجود في الدم يسمى البروثرومبين، وهو أنزيم خامل يوجد بصورة ذائبة في البلازما إلى بروتين فعال ونشط يسمى الثرومبين، ويتفاعل الثرومبين بوجود أيونات الكالسيوم Ca^{++} مع الفايبرينوجين (مولد الليفين) ويحولهُ إلى مادة غير قابلة للذوبان تدعى الفايبرين (الليفين)، التي لا تلبث أن تترسب على شكل شبكة من الألياف تحتجز بينها خلايا الدم الحمر تمنع النزف (شكل 45).



معلومات إثرائية

هل تعلم؟

إن تمزق الأنسجة و بمساعدة الصفيحات الدموية يعمل على تحرير أنزيم ثرومبوكاينيز والسيروتونين الذي يعمل كمادة قابضة للأوعية الدموية الممزقة وبذلك يساعد على إيقاف النزف

أ- تمزق الوعاء الدموي

ب- تجمع الصفيحات الدموية لعمل سداد

ج- يحرر النسيج التالف والصفيحات الدموية بروثرومبين والذي يبدأ بدوره عملية تفاعل أنزيمي لتكوين ثرومبين



د- تتكون خيوط الفايبرين من خلايا الدم الحمر

شكل (45) تخثر الدم (أ) قطع أو تمزق في وعاء دموي (ب) تجمع الصفيحات الدموية لعمل سداد (ج) يحرر النسيج التالف والصفيحات الدموية بروتين والذي بدوره يبدأ عملية تفاعل أنزيمي لتكوين الثرومبين، (د) تتكون خيوط الفايبرين من خلايا الدم الحمر

الجهاز اللمفاوي The Lymphatic System

يُعدُّ الجهاز اللمفاوي متمماً لجهاز النقل الدوري الدموي في الجســـم. فالدم يســـير في أوعية دموية مغلقة؛ ولهذا لا يوجد اتصـــال مباشـــر بين الدم وخلايا الجسم.

السؤال الذي يطرح نفسهُ هو كيف يقوم الدم بتسليم الاوكسجين والغذاء والهرمونات والاجسام المضادة التي تحتاجها خلايا وأنسجة الجسم المختلفة؟ وكيف يقوم الـدم بتخليص خلايـا الجســـم من نواتج التنفس والفضـــلات النيتروجينية؟

هناك سـائل يشـبه بلازما الدم تقريباً هو اللمف Lymph وهو سـائل بين خلوي تحملهُ الأوعية اللمفية وهو واســطة النقل بين الدم وخلايا الجســم المختلفة, حيث يغمر اللمف بما فيه من مواد غذائية ذائبة وأوكســجين ويبلل خلايا الجســم وتتم عملية التبادل بين سـائل اللمف وبين خلايا الجســم, بينما المواد التي يكون تركيزها عالياً في الخلايا كالفضـــلات النيتروجينية وثنائي اوكسيد الكاربون تنتشر بسهولة من خلايا الجسم إلى اللمف المحيط بها.

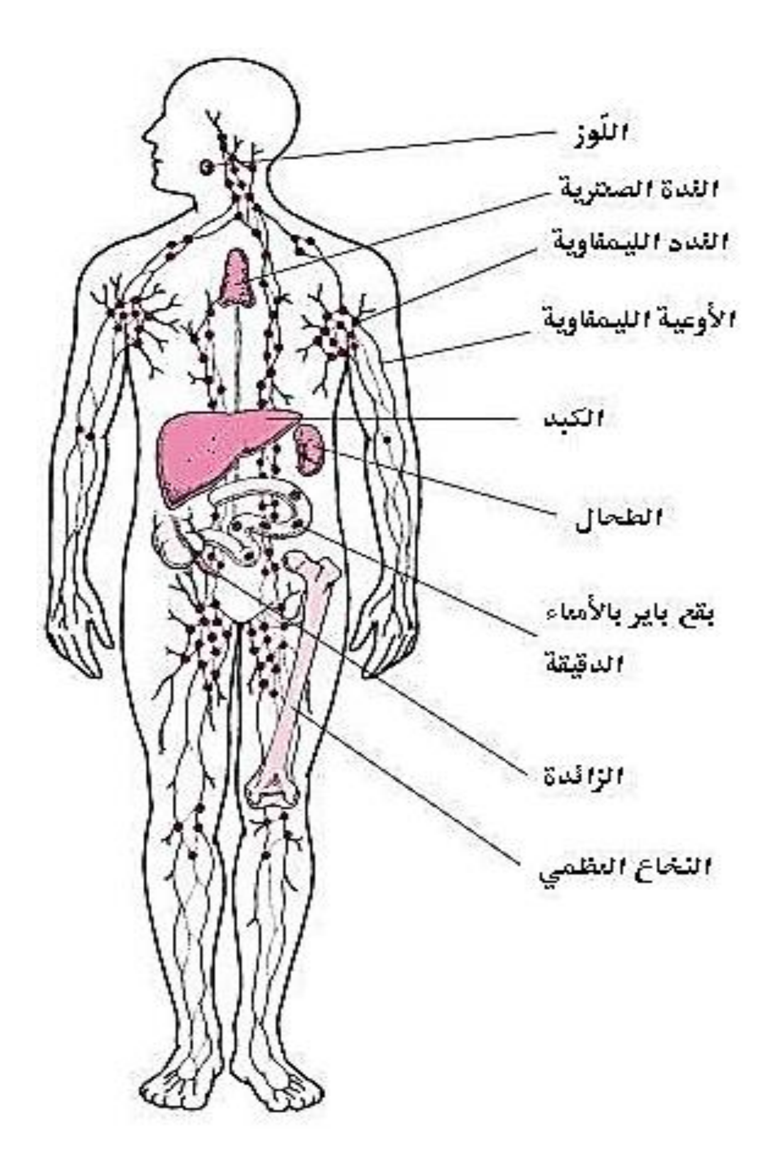
يتكون الجهاز اللمفاوي من أوعية لمفاوية وأعضاء لمفاوية (شكل 46) وهي:

أولا: الأوعية اللمفاوية Lymphatic Vessels

إن الســائل اللمفاوي يســير باتجاه واحد فقط في الأوعية اللمفاوية إلى القلب, لأنها تحوي في بطانتها صــمامات تســمح بالحركة باتجاه واحد, والشـــعيرات اللمفاوية Lymphatic Capillaries تتميز بكثرة ثقوبها وهي عبارة عن أوعية دقيقة مغلقة النهاية تقوم بامتصاص ونقل اللمف Lymph.

وتتحد الشـعيرات اللمفاوية معاً لتكون أوعية لمفاوية أوسـع قطرا وأكبر حجما هي القنوات اللمفاوية الرئيسة الصدرية Thoracic Duct أو ما يعرف بالقناة اللمفاوية اليمنى Right Thoracic Duct تجمع اللمف من(الذراع الأيمن، النصـف الأيمن للرأس، العنق) وتصـب في الوريد تحت الترقوي الأيمن Right Subclavian Vein ، والقناة الثانية اليســرى Left Thoracic

Duct تجمع اللمف من (أنحاء الجسم تحت المنطقة الصدرية اليسرى، الذراع الأيسر، الجانب الأيسر للرأس، العنق) وتصب في الوريد تحت الترقوي الأيسر Left Subclavian Vein.



شكل (46) الجهاز اللمفاوي في الإنسان (للاطلاع)



أن يـكـون الطالب قادرا على أن:

- يـبين مفهوم الأعضاء اللمفاوية.
- يـعدد أنواع الخلايا اللمفاوية.
- يـعرف كلا من: الغدد الصعترية، العقد اللمفاوية، الطحال.
- يـبين مفهوم دقات القلب.

ثانيا: الأعضاء اللمفاوية Lymphatic Organs

تتركب الأعضـاء اللمفاوية من أنسـجة لمفاوية هي في الأصـل أنسـجة ضـامة شـبكية تمتاز باحتوائها على الخلايا اللمفاوية، وهي نوع من خلايا الدم البيض، وخلايا منتجة للأجسـام المضـادة المهمة لمناعة الجسـم, وبشـكل عام هناك نوعان من الخلايا اللمفاوية هي:

- الخلايا اللمفاوية نوع (B) (B cell): تنشـــأ وتنضـــج في نخاع العظم Bone Marrow
- الخلايا اللمفاوية نوع (T) (T cell): تنشأ في نخاع العظم وتنضـج في الغدة الزعترية (Thymus Gland)

وتصنف الأعضاء اللمفاوية إلى أربعة أصناف وهي:

أ- نخاع العظم الأحمر (Red Bone Marrow)

يتكون نخاع العظم الأحمر من شـبكة من ألياف النسـيج الضـام التي تدعم الخلايا الجذعية وأصولها، والخلايا الجذعية (Stem cells) هي المسؤولة عن تكوين خلايا الدم.

ب- الغدة الصعترية (الزعترية) (Thymus Gland)

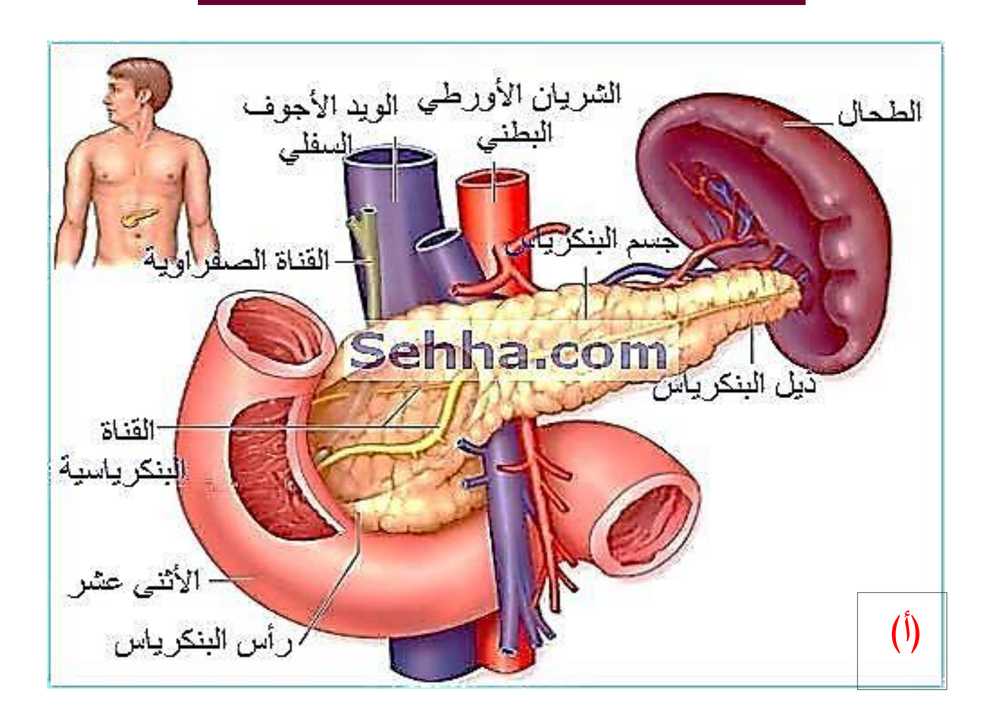
تقع الغدة الصـــعترية في التجويف الصـــدري بين الرغامي والقص وإلى الجهة البطنية من القلب, وهي المســؤولة عن إنضــاج الخلايا اللمفاوية نوع (T)، إذ تُنتج الغـدة الصـــعتريـة هرمونـات مثـل الثـايموســـين (Thymosin) الذي يساعد في إنضاج الخلايا اللمفاوية من نوع (T).

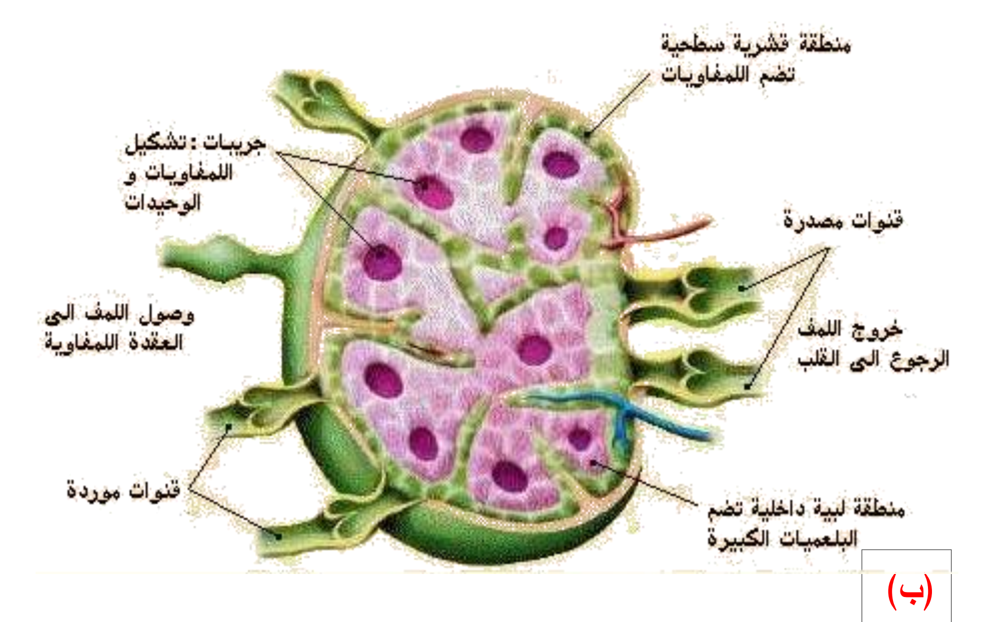
ج- العقد اللمفاوية (Lymph Nodes)

هي تراكيب صــغيرة قطرها بين (1- 25) ملم تنتشــر في معظم أنحاء الجســم وعلى طول الأوعية اللمفية, وتكثر في مناطق تحت الإبط وفي الرقبة وعلى طول الأوعية الدموية الكبيرة وفي الصدر والبطن.

د- الطحال (Spleen)

عضــو لمفي مهم في الجســم يرتبط وظيفياً بالدم ويقع تحت الحجاب الحـاجز مبـاشـــرةً بين المعدة والكليـة, ويعد الطحال أكبر الأعضـــاء اللمفاوية ويحاط بمحفظة مكونة من نســيج ضــام كثيف يحتوي على بعض الأليـاف العضـــليـة الملســـاء. ويمتـد من المحفظـة عـدد من الحويجزات إلى داخل العضو لتقسمه إلى فصيصات، وتمتلئ المسافات مـا بين الحويجزات بنســـيج لمفي يدعى اللب الطحـالي ويتمثـل بـاللب الأبيض واللب الأحمر (شكل 47).





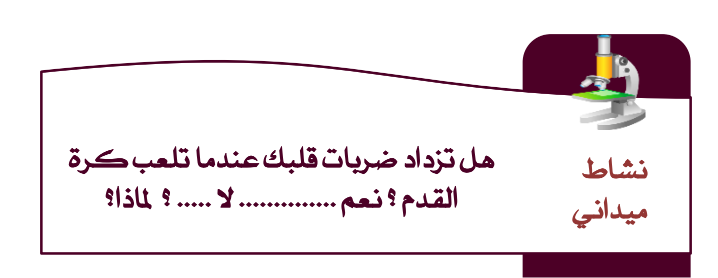
شكل (47) الأعضاء اللمفاوية (أ) الطحال (ب) عقدة لمفاوية

وظائف الجهاز اللمفاوي

1- تقوم الشعيرات اللمفاوية (Lymphatic Capillaries) بامتصاص الزائد من السائل النسيجي وإعادته إلى مجرى الدم.
2- تقوم الشعيرات اللمفاوية في جدران الأمعاء الدقيقة بامتصاص الدهون على شكل بروتينات دهنية وتنقلها إلى مجرى الدم.
3- يكون الجهاز اللمفاوي مسؤولاً عن إنتاج الخلايا اللمفاوية وحمايتها وتوزيعها.
4- يساعد الجهاز اللمفاوي في الدفاع عن الجسم ضد الأمراض.

دقات القلب

تنشأ دقات القلب أو ضرباته عن انقباض عضلة القلب (Systole) وانبساطها (Diastole)، وتمتاز عضلة القلب بكون تقلصها ذا منشأ عضلي، ونقصد بذلك إن القلب يدق حتى لو جرد من أي اتصال عصبي يفصله كلياً عن جسم الحيوان. وهذا بخلاف العضلات المخططة الإرادية المتصلة بالعظام الطويلة في الساق أو الذراع التي تفقد قدرتها على التقلص في حالة تعرض الأعصاب المتصلة بها إلى القطع في الحوادث. وهذه الميزة مكنت الجراحين من القيام بعمليات زرع القلب. ومعدل دقات القلب في الإنسان البالغ 72 مرة في الدقيقة.





أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف ضغط الدم.
- يعدّد وظائف الدم.
- يبيّن العوامل التي تؤثر على ضغط الدم.

الخاصية الكهربائية للقلب

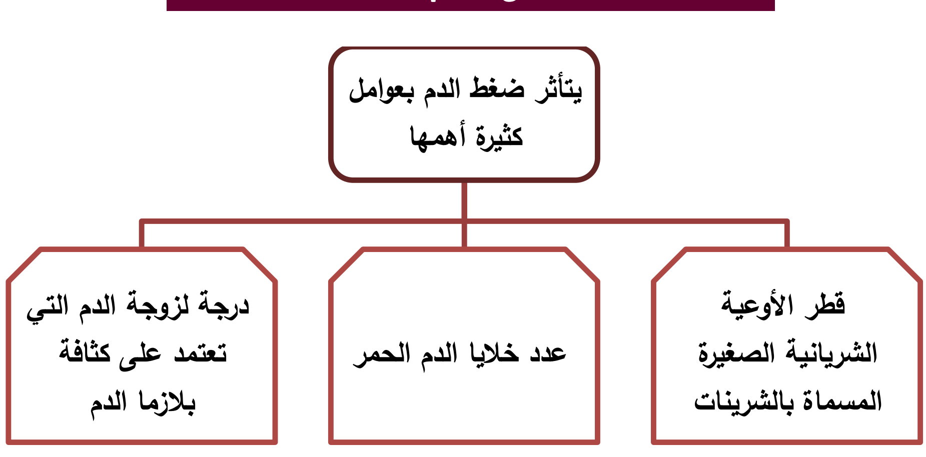
تتصف عضلة القلب كأي نسيج حي بوجود طاقة كهربائية كامنةٍ بها, وتوجد منطقة خاصـــة في القلب تتولد فيها نبضـــات كهربائية، وهي العقدة الجيبية الأذينية في أعلى القلب من اليمين تنتقل منه الكهربائية إلى عقدة أخرى هي العقدة الاذينية البطينية، ومنها وخلال حزمة هس[3] تنتقل إلى جدران البطينين وتسبب انقباضهما بإذن الله.

ضغط الدم

يمثل ضـــغط الدم الضـــغط الشـــرياني، أي ضـــغط الدم على جدران الشـــرايين الكبيرة المتفرعة منه. ويمكن تعريف ضغط الدم بأنه القوة التي يسلطها الدم على جدران الأوعية الدموية لدى جريانه فيها، وينشـأ هذا الضـغط عن قوة ضـخ القلب للدم.

ويقاس ضـــغط الدم عادة بجهاز خاص يوضع على الشريان العضـدي، ويحدث الضـــغط العالي عنـد تقلص بطين القلـب، أمـا الضـــغط المنخفض فيحدث عند اســـتراحة القلب في الفترة الواقعة بين تقلص القلب وانبساطه.

[3] حزمة هس : حزمة من ألياف العضلية تقوم بنقل النبضات الكهربائية .



وظائف الدم Function of Blood

يقوم الدم بالعديد من الوظائف التي تخدم الأعضاء المختلفة في الجسم منها:

1. نقل الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكربون بين الأعضاء التنفسية والأنسجة.
2. نقل الماء والغذاء المهضوم إلى الأعضاء المختلفة في الجسم.
3. نقل الغذاء المخزون من عضو أو نسيج إلى عضو أو نسيج آخر.
4. نقل الفضلات النتروجينية والمعادن الزائدة في المحاليل والماء إلى أعضاء الإبراز.
5. نقل الهورمونات من الغدد الصم حيث تنتج إلى الأماكن الهدف.
6. ينظم تركيز الأس الهيدروجيني (PH) للأنسجة بدرجة محدودة بوساطة المحاليل المتعادلة الموجودة فيه كالفوسفات والكربونات.
7. يعمل الدم على إبقاء درجة حرارة الجسم ثابتة في الطيور والثدييات.
8. للدم وظيفة دفاعية ضد المخلوقات المجهرية الغريبة التي تسبب الالتهابات.

15 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على:

حل أسئلة الوحدة.

أسئلة الوحدة الثالثة

أولا: عرّف ما يأتي

الشعيرات اللمفاوية، اللمف، بلازما الدم، الصفيحات الدموية، الخاصية الشعرية، الأنابيب الغربالية

ثانيا: عدَّد أنواع الأوعية اللمفاوية؛ وما هي وظيفتها؟

ثالثا: لخص بمخطط النظريات التي تفسر عملية النقل في اللحاء.

رابعا: عرف ضغط الدم وبين أهم العوامل التي المؤثرة فيه.

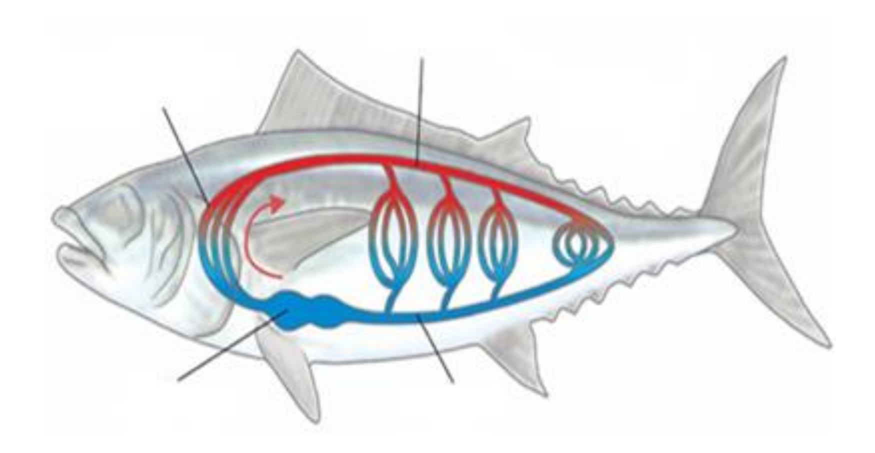
خامسا: علل ما يأتي

1. لا يمكن اعتبار الخاصية الشعرية ذات أهمية كبيرة في صعود العصارة إلى الأعلى؟
2. تشابه النقل في الطليعيات والهايدرا بصورة عامة رغم كون الأخيرة متعددة الخلايا؟

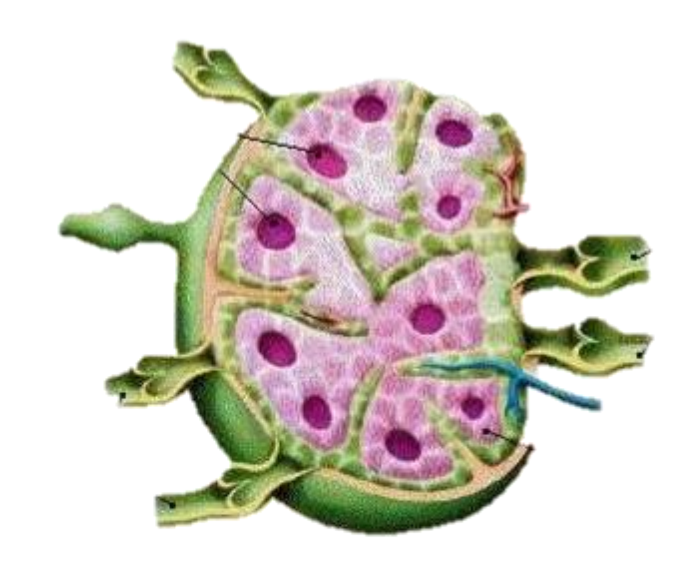
سادسا: اشرح الخاصية الكهربائية للقلب.

سابعا: أكمل تأشيرات الرسوم أو المخططات الآتية

أ. شكل تخطيطي للدورة الدموية المفردة في الأسماك



ب- العقد اللمفاوية في الإنسان



الوحدة الرابعة

الإخراج

عدد الدروس



المحتوى

- المقدمة
- الإخراج في الأحياء وحيدة الخلية
- الإخراج في النباتات
- الإخراج في الحيوان
- تكوين البول
  - البول
- اسئلة الوحدة

الأهداف السلوكية

1. يشرح:
   - الطرق التي يتبعها النبات للتخلص من الفضلات
   - خطوات تكوين البول وأين تتم تلك الخطوات
2. يقارن بين وظائف أعضاء الإخراج في الكائنات الحية المختلفة
3. يرسم مؤشرا على الأجزاء أعضاء الإخراج في الكائنات الحية المختلفة
4. يعلل:
   - انعدام الفجوة المتقلصة في بعض الكائنات ؟
   - طرح النباتات فضلات أقل بكثير مما تطرحه الحيوانات ؟
   - الفضلات النيتروجينية للحشرات التي تعيش على اليابسة تخلو من الماء ؟
5. يعظم إبداع الخالق عز وجل في دقة وتركيبة الأجزاء وأعضاء وآليات الإخراج في الكائنات المختلفة



أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يعرّف مفهوم الإخراج.
- يعدّد انواع الفضلات في البراميسيوم.
- يعدّد خطوات الإخراج في الأميبا والبراميسيوم.

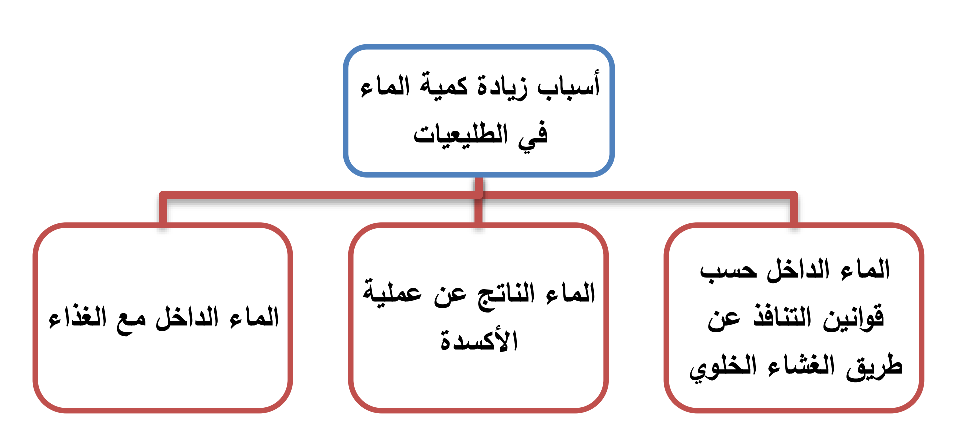
المقدمة

قال رسول الله محمد ﷺ
((لا يَبُولنّ أحدكم في المَاء الدّائِمِ الذي لا يَجْرِي ثمّ يَغتسِلُ فيه))
رواه البخاري

تقوم الكائنات الحية بفعالياتها الحيوية، وينتج عن ذلك نواتج أيضية ضارة وهي نواتج العمليات التقويضية (الهدمية)، لذا فإن هذه النواتج غير مرغوب فيها، وينبغي إزاحتها وطرحها خارج الجسم لأن بقاءَها يؤدي إلى عرقلة قيام الكائن الحي بفعالياته الحيوية. وتتضمن هذه النواتج الماء وثنائي أوكسيد الكاربون والفضلات النيتروجينية التي تشمل: الأمونيا وحامض اليوريك واليوريا والأحماض العضوية, لذا فإن هذه الفضلات تنفصل عن الأنسجة وعن سوائل الجسم وتطرح بعملية الإخراج.

الإخراج في الأحياء وحيدة الخلية

يتم الإخراج في الطليعيات كونها كائنات وحيدة الخلية عن طريق الفجوة المتقلصة التي تمثل عضو إخراج حقيقي، ففي هذه الأحياء تزداد كمية الماء داخل الكائن الطليعي ولعدة أسباب سنذكرها بالمخطط الآتي:



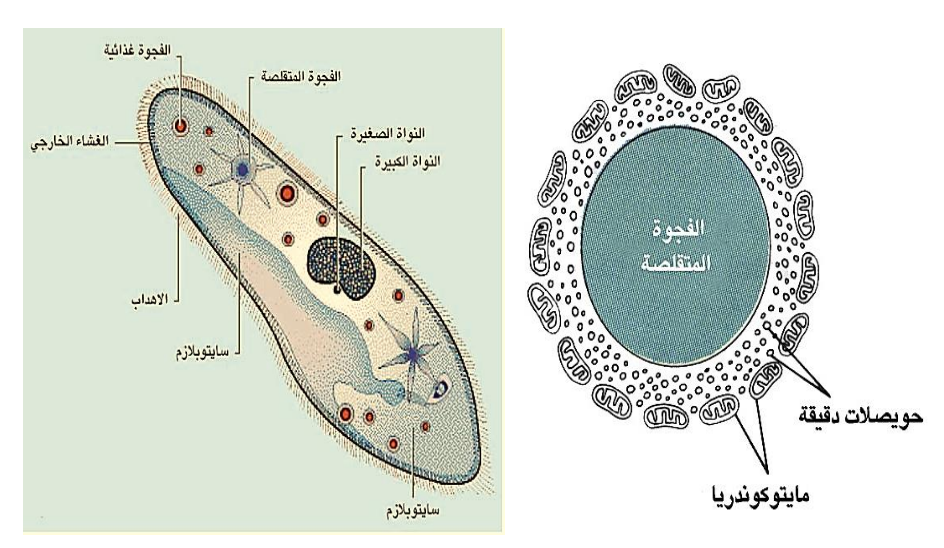
وفي الأميبا يتجمع الماء الزائد داخل حويصلات دقيقة وعديدة حول غشاء الفجوة المتقلصة شكل (48). ثم تندمج هذه الحويصلات مع غشاء الفجوة طارحة محتوياتها المتمثلة بمحلول ملحي مخفف داخل الفجوة المتقلصة التي تكبر في حجمها كلما تجمع الماء داخلها، وأخيراً تفرغ الفجوة محتوياتها خلال ثقب على السطح ثم تتكرر الدورة بشكل منتظم.

وفي البراميسيوم يوجد نوعان من الفضلات هما:

1- الفضلات الصلبة المتبقية في الفجوة الغذائية بعد امتصاص الغذاء المهضوم.

2- الفضلات المذابة في الماء مثل غاز ثنائي أوكسيد الكاربون والأمونيا وبعض الأملاح.

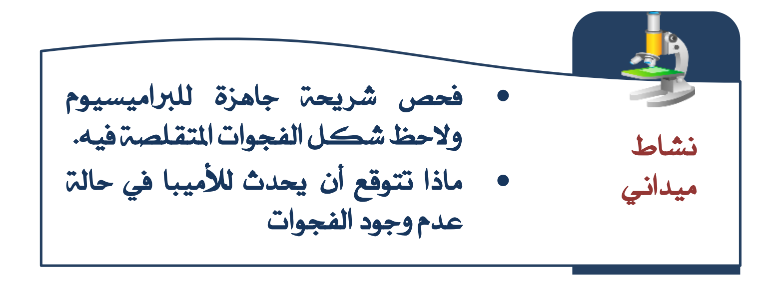
فعندما تمتلئ الفجوة المتقلصة تتحرك قرب غشاء الخلية وتطرح محتوياتها من الماء ذي التركيز الملحي المخفف إلى الخارج عبر غشاء الخلية، وتحتاج عملية طرح الفضلات إلى طاقة يحصل عليها الطليعي من مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. وبذلك يستطيع الطليعي أن يحمي نفسهُ من الانتفاخ بالماء والانفجار, كما يحتفظ بتركيز معتدل لمكونات السايتوبلازم.



شكل (48) فجوة متقلصة في الأميبا والبراميسيوم

وتتم عملية الإخراج في الكائنات وحيدة الخلية على النحو الآتي:

1. تمتلئ الحويصلات الواقعة حول غشاء الفجوة.
2. تندمج الحويصلات مع غشاء الفجوة.
3. تفرغ محتوياتها من محلول ملحي مخفف.



نشاط ميداني

- فحص شريحة جاهزة للبراميسيوم ولاحظ شكل الفجوات المتقلصة فيه.
- ماذا تتوقع أن يحدث للأميبا في حالة عدم وجود الفجوات



أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يوضح الإخراج في النباتات.
- يبيّن تركيب الحليب النباتي.
- يشرح ظاهرة الإدماع.

الإخراج في النباتات

لا توجد في النبات أجهزة إخراجٍ متخصصة كتلك التي نلاحظها في الحيوانات الراقية, وتختلف النباتات كثيراً عن الحيوانات في ظاهرة الإخراج, وهذا قد يكون سببهُ أيض النباتات الذي يعتمد بالدرجة الأولى على الكربوهيدرات أكثر من اعتماده على البروتينات, وبما أن نواتج أيض الكربوهيدرات النهائية (ثنائي أوكسيد الكاربون والماء) أقل سمية بكثيرٍ من الفضلات النيتروجينية الناتجة من أيض البروتينات، فالنباتات لا تطرح فضلات أيضية كتلك التي تطرحها الحيوانات كاليوريا وحامض اليوريك والأمونيا, لأن فضلاتِ الحيوانات هي ناتج هضم البروتينات والفعاليات العضلية، وكلا الفعاليتين لا تقوم بهما النباتات، وهي قد تطرح القليل من الفضلات النيتروجينية.

وتتمثل عملية الإخراج النباتي في طرح:

1. الفضلات النيتروجينية

تطرحُ هذه الفضلات بشكل أمونيا عن طريق الانتشار، وبهيئة أملاح تحوي النتروجين عن طريق الثغور أو عن طريق الجذور في التربة.

2. غاز ثنائي أوكسيد الكاربون

ينتج من عملية تنفس النباتات غاز ثنائي أوكسيد الكاربون ويتم طرحه عن طريق الانتشار بواسطة الثغور والعديسات.

3ـ غاز الأوكسجين

يطرح غاز الاوكسجين الناتج من البناء الضوئي عن طريق الجذور.

4ـ الماء الزائد

عن طريق الثغور بعملية النتح يتم طرح قسم من الماء الزائد، فضلاً عن ذلك يتم طرح الماء ليلاً عن طريق فتحات دقيقة توجد في نهايات عروق الأوراق، ويطلق على هذه الفتحات بالثغور المائية والعملية تعرف بالإدماع (شكل49)، ويتم بفعل الضغط الجذري الموجب والذي يتسبب بدخول الماء إلى خلايا الجذر.

5ـ المواد السامة

يتم تحويل بعض المواد السامة إلى أملاح على شكل بلورات غير قابلة للذوبان من دون أن تؤذي النبات مثل بلورات أملاح الكالسيوم في الأوراق وفي بعض الثمار كالطماطة، وعند سقوط الأوراق يكون النبات قد تخلص منها.



شكل (49) الادماع في أوراق النبات

6ـ الحليب النباتي

هو مادة مســـــتحلبة يختلف تركيبها باختلاف النباتات التي يتكون فيها, وهو يحوي مواداً (شمعية وراتنجية ومطاطية وزيوتاً طيارة ومواد بروتينية وحبيباتٍ نشوية وأحماضاً عضوية ومواد سكرية). ويتمثل الحليب النباتي بناتج ثانوي من تحليل الغذاء داخل جسم النبات، وهو يوجد داخل قنوات حليبية، وبشـــكل منضـــغط وما يدلل على ذلك اندفاعه بقوة للخارج عند حدوث قطع في الجسم النباتي.

7ـ طرح المواد الصمغية

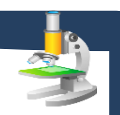
يتم طرح مثل هذه المواد عبر خلايا أو أنســـجة إخراجية خاصـــة تعرف بالشعيرات الغدية، ويتكون الصمغ أساساً من:

أ- مواد جدران الخلايا التي تتحور إلى مواد غير متبلورةٍ تتخذ شكل الصمغ.

ب- نتيجة حالة مرضية كما في أشجار الحمضيات.

ج- بفعل الحشرات.

د- نتيجة ضرر مؤثرات آلية أو وظيفية.



نشاط ميداني



- اذهب إلى أقرب حديقة وتابع ظاهرة الإدماع في أوراق النبات.
- يقوم الطالب بإحداث قطع في الجسم النباتي (نبات التين مثلا) ويتابع خروج الحليب النباتي



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يحدد وظيفة اعضاء الإخراج في الحيوانات.
- يعرف الخلايا اللهبية.
- يشرح غدد المستقيم في الحشرات.

عن أنس بن مالك ﷺ قال: كان النبي ﷺ إذا دخل الخلاء قال:
(أعوذ بالله من الخُبُثِ والخبائث) البخاري

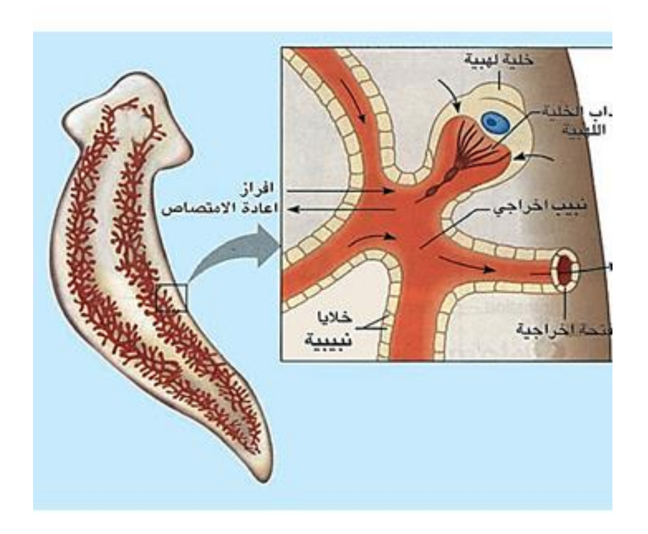
الإخراج في الحيوانات

إن أهم وظيفة لأعضاء الإخراج في الحيوانات هي طرح الفضلات النيتروجينية, والوظيفة الثانية هي تنظيم التوازن المائي في الجسم ونتيجة لعمليتي الهضم والامتصاص تتكون فضلاتٍ يجب أن تطرح عبر أجهزة متخصصة يمتلكها الحيوان.

الإخراج في اللافقريات

أولا: الإخراج في الديدان المسطحة (البلاناريا)

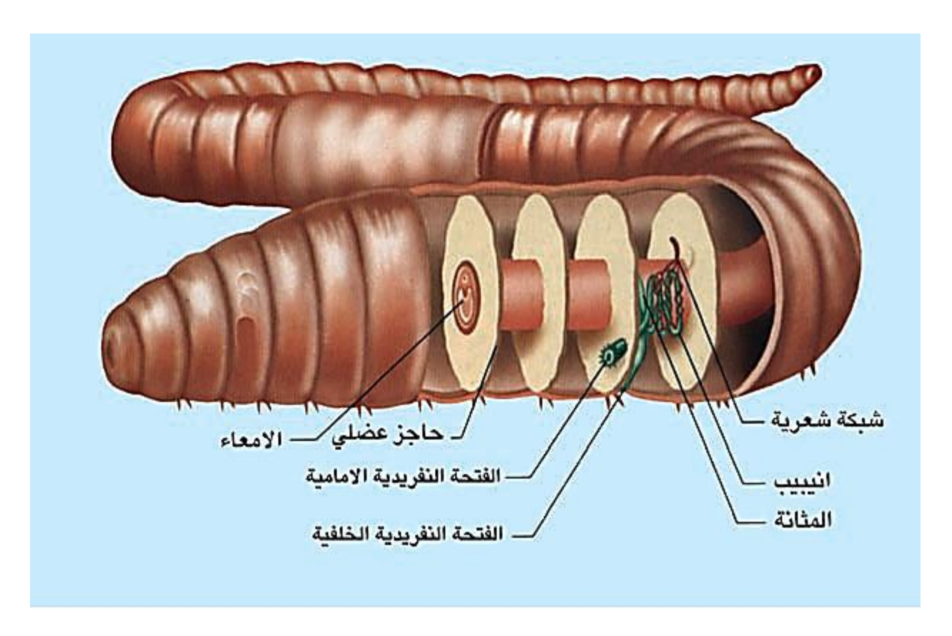
توجد في الدودة قناتان طويلتان تمتدان من مؤخرة الجسم إلى الأمام ثم تفتحان في جانبي الجسم بالعديد من الفتحات, وتتصل بهذه الفتحات عدة أقنية أصغر قطراً منها, وتتصل هذه الأقنية بدورها بأقنية أدق تنتهي بالخلايا اللهبية شكل (50)، سميت بهذا الاسم لأنها تحتوي على تجويفٍ مركزي فيه أهداب حركتها تشبه لهبَ الشمعةِ. وتولد حركة الأهداب في الخلايا اللهبية ضغطاً سلبياً يسحب السائل من جسم الحيوان عبر فتحات إبرازية, وتعمل هذه الخلايا على تخليص الجسم من الفضلات.



شكل (50) الجهاز الإخراجي في دودة البلاناريا

ثانيا: الإخراج في الديدان الحلقية

يتألف الجهاز من زوجٍ من النفريديا (Nephridia) في كلَّ حلقةٍ جسمية ما عدا الحلقات الثلاثة الأولى والحلقة الأخيرة (شــكل 51). ويتألف كل نفريديوم من تركيب قمعي مهدب يدعى بالفميم الكلوي (نفروستوم Nephrostome) يقع أمام الحاجز الفاصل بين حلقتين جسميتين متعاقبتين، ويؤدي الفميم الكلوي إلى أنبوبة ضيقة مهدبة تقع في الحلقة الجسمية التالية وتكون ملتوية, وهي محاطة بشبكةٍ من الأوعية الشعرية الدموية، ويتوسع القسم النهائي من النفريديوم ليصبح على شــكل مثانٍ, ومن ثم يتضــيّق ليفتح في الجهة البطنية من جســم الدودة بالفتحة النفريدية, وتتم اســـتعادة الماء والســـكر وغيرها بواســـطة خلايا جدران الأنبوبة بطريقة الامتصاص، ومنها إلى الأوعية الشعرية الدموية الملتفة حول النفريديوم. وتطرح (الأمونيا واليوريا مع ماء قليل) إلى الخارج عبر الفتحة النفريدية.



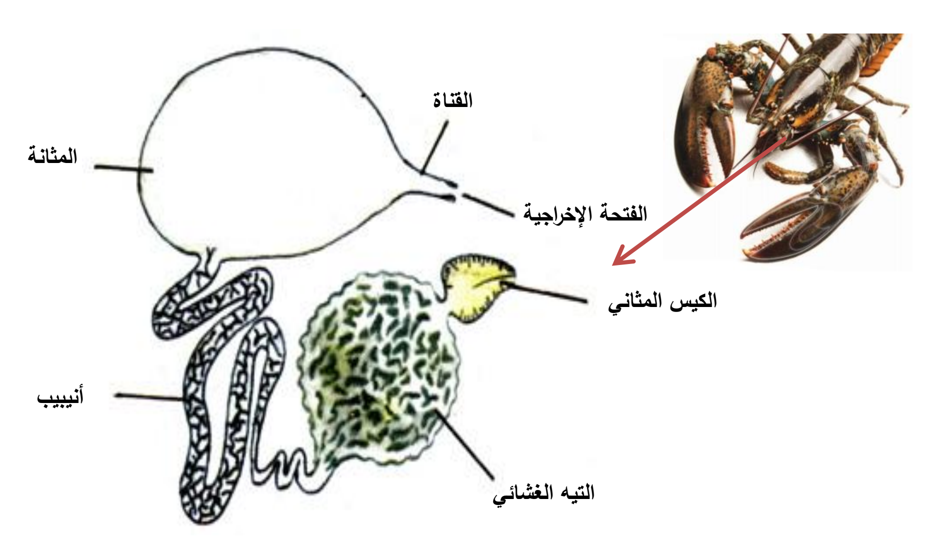
شكل (51) جهاز الإخراج في دودة الأرض (للاطلاع)

ثالثا: الإخراج في المفصليات

1- الإخراج في القشريات

في الســـرطان البحري (Cary Fish) زوج من الغدد اللامســـية (Antennal glands) نســبة إلى قربها من منشــأ اللوامس، وهي تراكيب أنبوبية مزدوجة تقع في الجزء البطني من الرأس، تمثل الغدة اللامســـية تصـــميماً متقدماً للنفريديوم, إلا إنها تخلو من فميم النفريديوم. وكلَّ غدةٍ تتألف من:

- قناة قصيرة.
- مثانة بولية.
- نبيب ملتو.
- تيه غشائي ذي لون أخضر يحوي شبكة أقنية غدية.



شكل (52) الغدد اللمسية في السرطان

2ـ الإخراج في الحشرات والعناكب

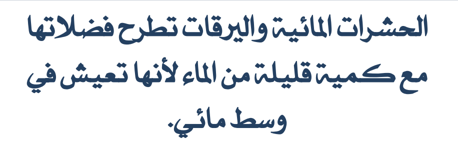
يتألف من جهاز إخراجي يتكون من نبيبات مالبيجي تعمل مع غدد في جدار المستقيم تعرف بغدد المستقيم (rectal glands) شكل(53). إن نبيبات مالبيجي هي أنابيبُ طويلة دقيقة مسدودة من الطرف البعيد تمثل نبيبات أعورية مغلقة من أحد نهاياتها، ذات قطر صغير ينقصها التزود الدموي, توجد داخل سائل الجوف الجسمي، وتفتح من الطرف الآخر في بداية القناة الهضمية الخلفية. ويمكن إيجاز الإبراز في الحشرات كما يأتي:

1- يتم امتصاص الفضلات النيتروجينية وحامض اليوريك من السائل الجوفي عن طريق نسيج طلائي غدي مبطن لنبيبات مالبيجي.

2- تمتص القناة الهضمية في منطقة المستقيم أكبر كميةٍ من الماء فيصبح البول بشكل بلوراتٍ صلبة (أملاح البوتاسيوم).

3-تطرح هذه البلورات مع الفضلات الصلبة للجهاز الهضمي.

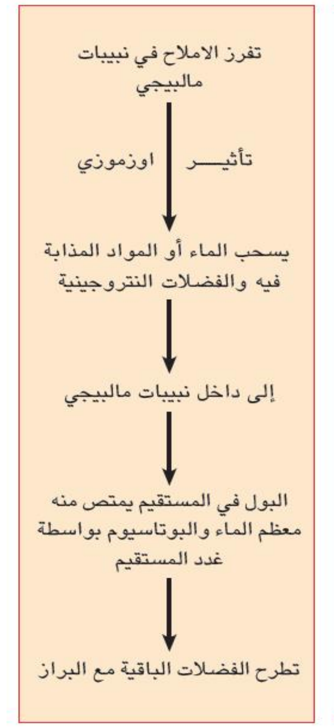


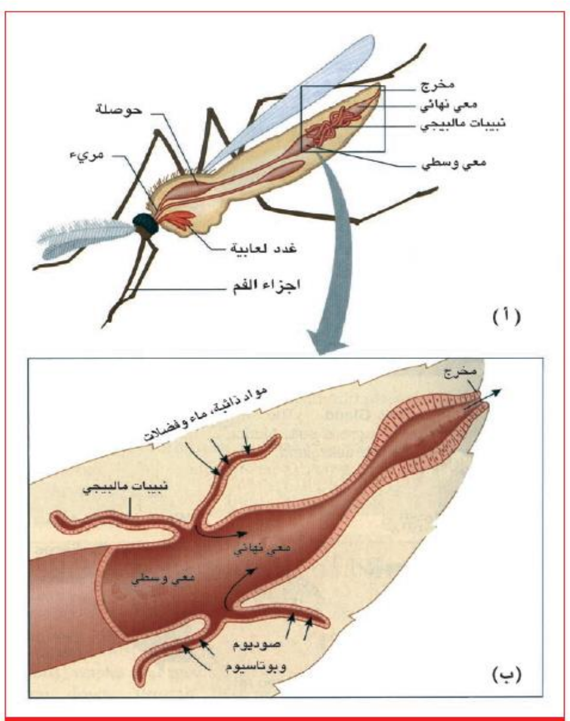


الحشرات المائية واليرقات تطرح فضلاتها مع كمية قليلة من الماء لأنها تعيش في وسط مائي.

نشاط ميداني

- يقوم الطالب بجلب دودة الأرض من حديقة المدرسة.
- يكلف الطالب برسم مصور يوضح الغدد اللامسية في السرطان البحري.





شكل (53) جهاز الإخراج في الحشرات (البعوضة) أ-تركيب القناة الهضمية في البعوضة ب- الجزء النهائي الخلفي من القناة الهضمية

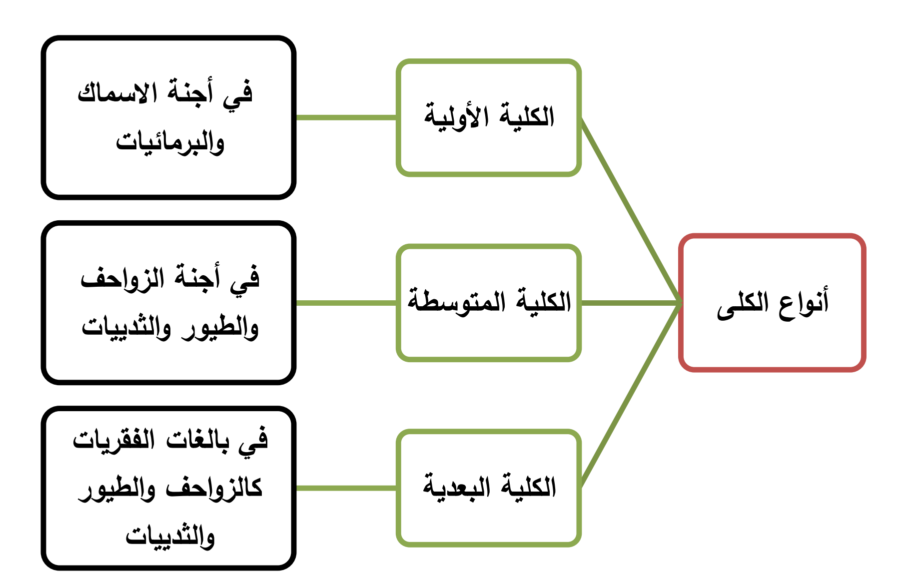


أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعدد أنواع الكلى في الفقريات.
- يوضح دور الغدد الملحية في الطيور.

الإخراج في الفقريات

يتم الإخراج في الفقريات عن طريق أعضاء تُسمَّى الكلى وهي على أنواع:



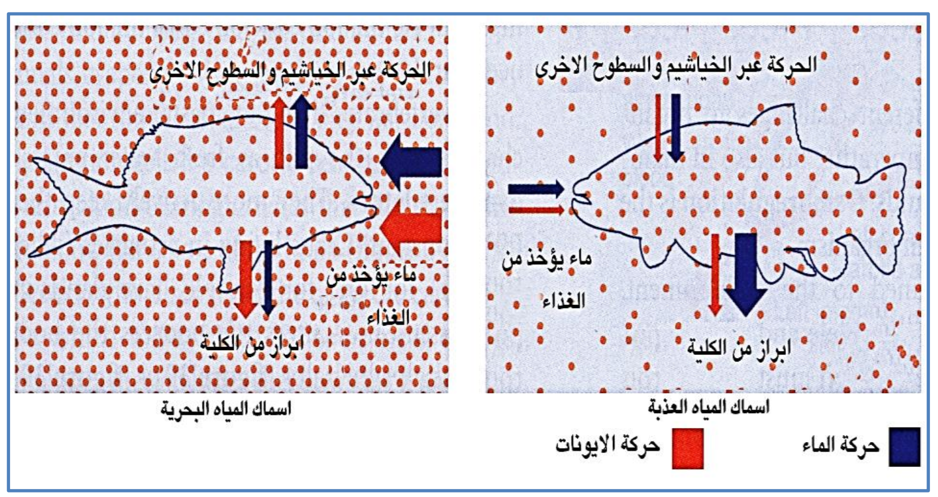
الإخراج في الأسماك

1- أسماك المياه العذبة

هيأ الله سبحانه وتعالى لأسماك المياه العذبة وسائل دفاع لمواجهة مشاكل زيادة الماء وفقدان الأملاح بسبب معيشتها في المياه العذبة على النحو الآتي:

أ. الماء الداخل عن طريق الخياشيم يعاد ضخه إلى الخارج عن طريق الكلية.

ب. تمتلك الأسـماك خلايا متخصـصـة تعرف بالخلايا الملحية أو الكلورية وتوجد في الخياشيم، شكل (54).



شكل (54) التنظيم الاوزموزي في أسماك المياه العذبة والأسماك البحرية

2ـ الأسماك البحرية

للأسماك صفيحية الخياشيم غدتان مستقيمتان، أصبعيتا الشكل تفرزان محلولاً ملحياً أعلى تركيزاً من ماء البحر, بينما تفرز الأسـماك العظمية البحرية الفائض من أملاحها عن طريق الغدد الكلورية في الخياشـــيم. وما تبقى من الأيونات يتم إخراجه مع البول بوساطة الكلية.

الإخراج في البرمائيات

الجهـاز البولي في الضـــفـدع يتكون من كليتين، وتخرج الفضـــلات النيتروجينية غالباً على شكل يوريا, وجلد الضفدع شديد النفاذية للماء، وينقل الجلد كلوريد الصـــوديوم من البيئة نقلاً فعالاً، إذ تُكوّن الكلية بولاً مخففاً وذلك بامتصـاص الصـوديوم والكلوريد منه، وينسـاب البول إلى المثانة حيث يخزن فيها، وأثناء خزنه يمتص منه معظم كلوريد الصـــوديوم المتبقي ليعودَ إلى الدم شكل (55).





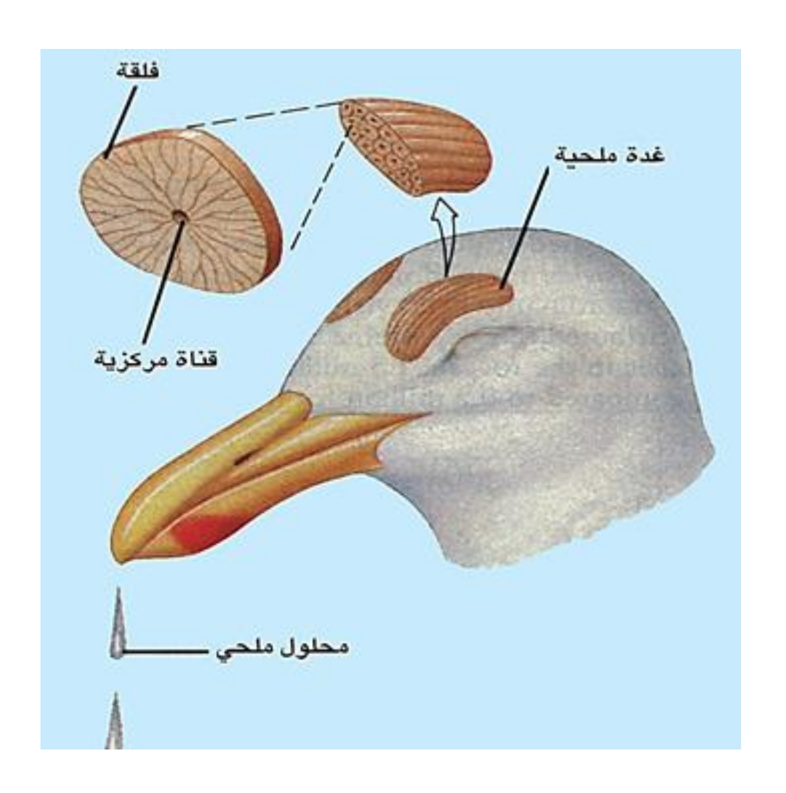
شكل (55) تبادل الماء والأملاح في الضفدع

الإخراج في الزواحف

يتم التخلص من الفضـــلات النيتروجينية على شـــكل حامض اليوريك (بوليك)، مما يساعدها على المعيشة في المناطق الصحراوية الجافة, أما الزواحف البحريـة فلهـا غـدد أنفيـة (Nasal glands) لإفراز الملح الفـائض, تقع خـارج المحفظة الشمية وتفتح قناتها في تجويف الأنف.

الإخراج في الطيور

يتم التخلص من الفضـــلات النيتروجينية على شـــكل حامض يوريك؛ كونه قليل الذوبان في الماء، وبالتالي فإنه يحتاج إلى كميةٍ قليلةٍ جداً من الماء للتخلص منه, وهو قليل الســـمية, ويمكن تحويله إلى بلورات يتخلص منها الطائر مع البراز, أما الطيور التي تشـرب ماء البحر ذا التركيز الملحي العالي، فإنها تمتلك غدداً فارزة للملح تقع فوق المحجر وتفتح قناتها الطويلة بالقرب من المنخر حيث يوجد أخدود يصل إلى طرف المنقار, وقد كيّفها الله عزّ وجلّ لذلك, شكل (56).



شكل (56)

الغدة الملحيّة في النورس

الإخراج



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعدد أجزاء الوحدة الكلوية في الإنسان.
- يشرح عمل الجهاز الإخراجي في النبات.
- يرسم مع التأشير على الأجزاء مقطع مستعرض في كلية الإنسان

الإخراج في الثدييات

جهاز الإخراج البولي في الإنسان

الكليتان Kidneys	الحالبان (Ureters)	المثانة البولية (Urinary Bladder)	الإحليل Urethra

الأبهر
الكلية
شريان كلوي
وريد كلوي
الوريد الأجوف الأسفل
المثانة
الإحليل

شكل (57) الجهاز الإخراجي في الإنسان

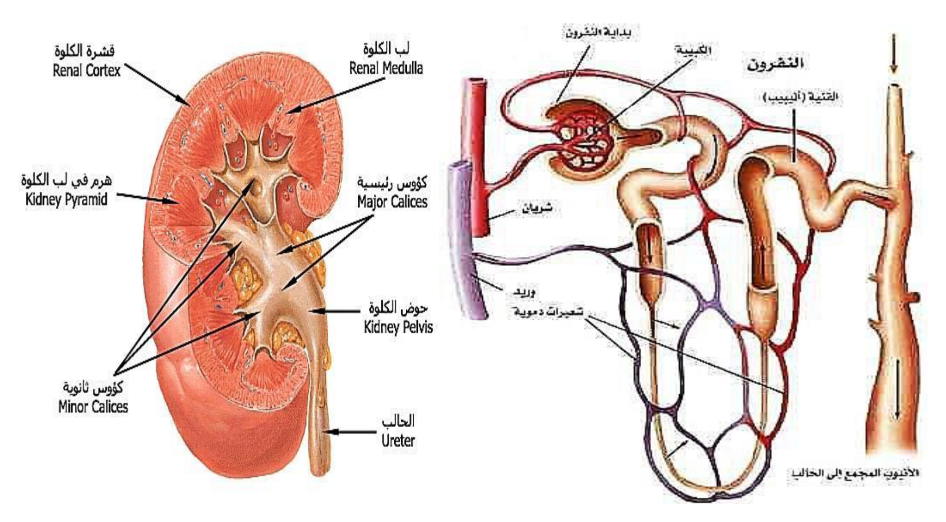
أولا: الكليتان

عضوان شبيهان بحبة الفاصوليا, طول كل منهما حوالي 12 سم، وعرضها 6سم، وسمكها 3سم, تقع الكليتان على الجدار الخلفي للتجويف البطني على جانبي العمود الفقري, وتحمي الأضلاع الخلفية الكليتين جزئياً، والسطح الخارجي للكلية محدب والداخلي مقعر, في وسطه سرة، تتصل به قناة الحالب والأوعية الدموية والأعصاب الصادرة والداخلة للكليتين, تثبت الكليتان في موضعهما بأنسجة خارج بريتونية متماسكة وأنسجة دهنية وتحاط كل كلية بمحفظة.

❖ تركيب الكلية

1. القشرة (Cortex) الطبقة الخارجية.
2. اللب (Medulla) الطبقة الداخلية.
3. حوض الكلية (Renal Pelvis) الجهة الداخلية من الكلية.

ويتصل من جهة حوض الكلية أوعية دموية هي الشريان الكلوي والوريد الكلوي، وحوض الكلية يؤدي إلى الحالب، والأخير ينقل البول إلى المثانة البولية (Urinary Bladder). وتحتوي القشرة لكلِّ كليةٍ على حوالي مليون وحدة كلوية تدعى النفرون (Nephron) وهي تركيب أنبوبي يمتد من القشرة ويفتح في حوض الكلية ماراً بمنطقة اللب لاحظ الشكل (58).



شكل (58) تشريح الكلية في الإنسان أ- مقطع مستعرض في كلية الإنسان ب- تركيب النفرون.

وتتألف كل وحدة كلوية أو نفرون من الأجزاء الآتية:

1- محفظة بومان Boman's Capsule: كيس مزدوج الجدران يحصـــر مجموعة كبيرة من الشـــعيرات الدموية يطلق عليها الكبيبة Glomerulus وتقع بين شريانين دقيقين هما: الشريان الوارد وهو فرع دقيق من الشريان الكلوي الذي يجلب الدم للكبيبة، والثاني الشـريان الصـادر يحمل الدم بعيداً عن الكبيـبة أو المحفظـة القمعيـة الشـــكل، ويطلق على محفظة بومان والكبيبة معاً اسم جسيمة مالبيجي Malpighi Corpuscle.

2-النبيبات (Tubules): هي نبيبات ملتوية أو مســـتقيمة خيطية رفيعة محاطة بأوعية دموية شعرية، ويمكن ملاحظة الأجزاء الآتية فيها:

- **النبيب الملتوي القريب (Proximal Convoluted Tubule) ويشــكل الجزء القريب من أنبوبة النيفرون ويوجد في قشرة الكلية.**
- **التواء هنلي (عروة هنلي Henle's Loop) ويكون في الإنســـــان بشكل حرف (u) وتقع بين النبيب القريب والنبيب البعيد.**

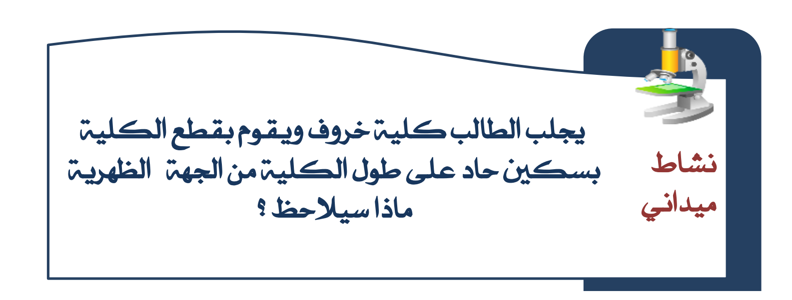
- النبيب الملتوي البعيد (أو القاصي) (Distal Convoluted Tubule).
يقع ضمن القشرة ويصب هذا الأنبوب مع نظرائه في أنبوبة واسعة تدعى بالقناة الجامعة (Collecting Duct) التي تفتح بالقرب من أهرامات مالبيجي حيث تفرغ محتوياتها في حوض الكلية.

ثانيا: الحالبان (Ureters)

أنبوبة رفيعة طولها في الإنسان (25) سم لكل كلية حالب، يتألف جدار الحالب من ثلاث طبقات خارجية ليفية ووسطية عضلية وداخلية مخاطية, والأخيرة تبطن بنسيج انتقالي، وهو نسيج طلائي قابل للتوسع, وفيه عضلاتٌ ملساء, ويعمل الحالب على توصيل البول من حوض الكلية إلى المثانة البولية.

ثالثا: المثانة البولية (Urinary Blade)

عضو عضلي مجوف يقع في تجويف الحوض، عندما تكون المثانة فارغة فإن بطانتها تكون مطوية طياتٍ كثيرة, وجدار المثانة مشابه لجدار الحالب من حيث التكوين النسيجي, غير إن الطبقة العضلية للمثانة أسمك كثيراً, وتفتح المثانة في الإحليل الذي تحيط بفتحته عضلة عاصرة ملساء، وللمثانة ثلاث فتحات, ووظيفة المثانة تتمثل بخزن البول وطرحه عبر الإحليل.



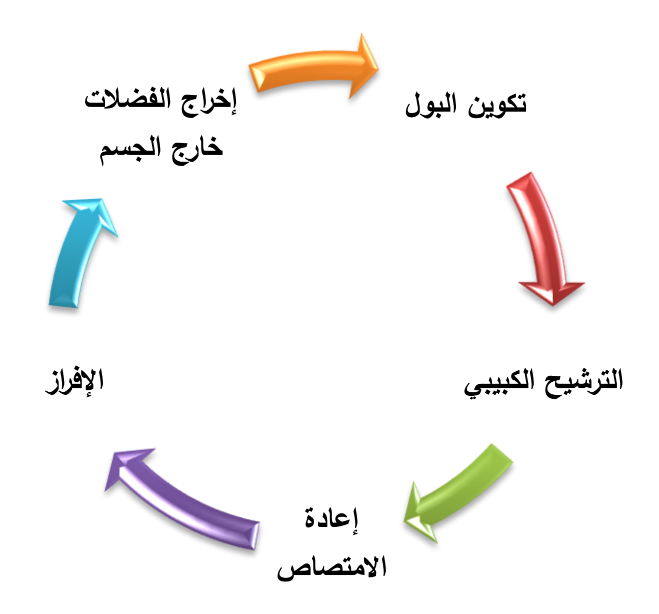


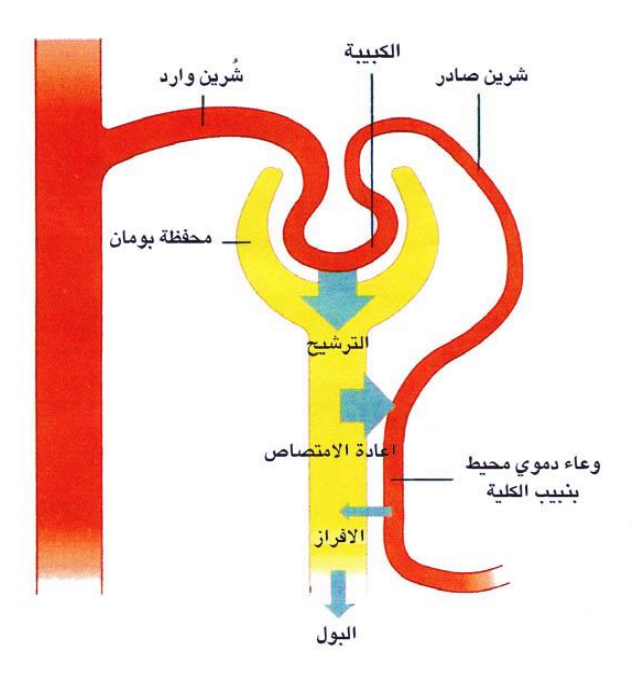
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يشرح مراحل تكوين البول في الإنسان.
- يذكر المواد الممتصة في المرحلة الثانية من مراحل تكوين البول.
- يبين دور الأوعية في الترشيح الكبيبي.

تكوين البول

البول محلول مائي يحتوي على الفضلات الأيضية والتي تؤخذ من الدم، إن أكثر الفضـــلات النتروجينية وجوداً هي اليوريا والأمونيا وحامض اليوريك وغير ذلك، إن عملية تكوين البول تحدث بثلاث مراحل هي (شكل 59):





شكل(59) تكوين البول في الوحدة الكلوية في الإنسان

1- الترشيح الكبيبي

يترشح الماء والأيونات المختلفة والجزيئات العضوية (جزيئات السكريات البسيطة والأحماض الأمينية والفضلات النيتروجينية), أما خلايا الدم والجزيئات الكبيرة مثل جزيئات الدهون والبروتينات فإنها لا تترشح، إذ تسبب الأوعية الدموية ضغطاً ترشيحياً يؤدي إلى نفاذ الماء وباقي المواد الذائبة ذات الجزيئات الصغيرة، ويتكون الراشح بمعدل 125سم^3 في الدقيقة أي ما يعادل 200 لتر يومياً.

2- إعادة الامتصاص

يتم إمتصاص كثيرٍ من المواد النافعة للجسم في الجزء البعيد من النبيبات الكلوية مثل (أيونات الصوديوم، الكلوريد، البيكاربونات، الكلوكوز والأحماض الامينية والشحمية)، وأكثر من 99% من ماء راشح الكبيبة. وامتصاصها يحتاج إلى طاقة؛ لأنها عملية نقل فعال, وتكوين البول

يتضمن الانتشار البسيط (السلبي) رجوعاً إلى النبيبات الكلوية, لأن تركيزها في النبيبات البولية مشابهة لتركيزها في الدم, وتنتج أغلب الفقريات بولاً ذا تركيز مشابه لتركيز دمها، ولكن في اللبائن بضمنها الإنسان يكون تركيز البول أكثر بكثيرٍ من تركيز الدم وهذا يعود إلى وجود عروة هنلي **Henle's Loop**، ولا يعاد امتصاص أي نسبة من اليوريا. ودوران الصوديوم في عروة هنلي يؤدي إلى تراكم الصوديوم فيها، وتعتمد درجة تجميع الصوديوم على طول عروة هنلي.

3- الإفراز

يتضمن إفراز مواد إلى البول في نهاية النبيبات البولية التي لم يتم ترشيحها بكفاءة في محفظة بومان, ففي اللبائن يضاف حامض الهايبوريك والكرياتينين (**Creatinine**) والأمونيا وأيونات الهيدروجين والبوتاسيوم ومختلف العقاقير مثل البنسلين.

البول

سائل أصفر اللون يحتوي على مخلفات التمثيل الغذائي للمواد البروتينية وبعض الأملاح المعدنية والصبغات الملونة, رائحتهُ مميزة, تختلف حسب نوع الغذاء, وهو ذو تأثير حامضي، يتراوح الرقم الهيدروجيني للبول بين 4 – 8 وغالبا ما يكون قريباً من الرقم 6, وتختلف كمية البول المفرزة يومياً حسب درجة الحرارة أو الفصل, إذ يقل البول صيفاً ويزداد شتاءً (لماذا)؟

7 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على:

✍ حل أسئلة الوحدة.

أسئلة الفصل الرابع

أولا: عرّف ما يأتي

الحليب النباتي ، الإدماع ، أنابيب مالبيجي ، الخلايا اللهبية

ثانيا: وضح الطرق التي يتبعها النبات للتخلص من فضلاتهِ.

ثالثا: قارن بين الفجوة المتقلصة في البراميسيوم والخلايا اللهبية في الدودة الكبدية.

رابعا: علل ما يأتي

1. يكون الجزء الأنبوبي للغدة الخضراء مجعداً.
2. تطرح النباتات فضلات أقل بكثير مما تطرحهُ الحيوانات.
3. عدم تأثر النبات بالفضلات السامة التي تتكون في جسمهِ.
4. تكاد الفضلات النتروجينية للحشرات التي تعيش على اليابسة تخلو من الماء.

خامسا: ما هي أهم مكونات الحليب النباتي؟

سادسا: صف النفرون موضحاً وصفك بالرسم؟

سابعا: ما هي مراحل تكوين البول، وأين تتم؟

ثامنا: قارن بين الحالب والمثانة من حيث التركيب والوظيفة ؟

تاسعا: عدد مكونات البول؟

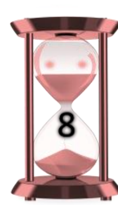
عاشرا: أكمل الفراغات الآتية

1. تتألف الفضلات المذابة في البراميسيوم من .... و .... و ....
2. تتكون الوحدة الإخراجية (النفريديوم) من الأجزاء الآتية .... و .... و .... و ....
3. يمكن مشاهدة الخلايا اللهبية في دودة ....
4. تفتح أنابيب مالبيجي في الحشرات في بداية ....

الوحدة الخامسة

الحركة Locomotion

عدد الدروس



المحتوى

الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أن يكون قادرا على أن:

1. يشرح كلا من:
   - أهمية الحركة في المخلوق الحي
   - التكيفات التي ساعدت الطيور على الطيران
2. يقارن بين الأهداب والأسواط
3. يفسر التفاف الحوالق النباتية المختلفة حول المساند المختلفة
4. يعدّد فقط:
   - أنواع الانتحاء
   - أنماط الحركة في الحشرات
   - الصفات التي ساعدت الثدييات على الجري السريع
5. يتفكر في خلق اللّه في خلق المخلوقات الحية المختلفة وآليات الحركة التي يستخدمها



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف مفهوم الحركة.
- يشرح آلية الحركة في الطليعيات.
- يبيّن مراحل تكوين الأقدام الكاذبة.
- يرسم الأقدام الكاذبة في الأميبا وإمكانية تكوينها من أي جزء من سطح الجسم.

قال تعالى ﴿وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِن مَّاء فَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاء إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ﴾

(سورة النور:45)

المقدمة

الحركة خاصية مهمة من خصائص المخلوقات الحية، وتتباين المخلوقات بطريقة حركتها والغاية من هذه الحركة قد تكون الحركة ضمن الخلية مثل انسياب في المادة الحية أو حركة جزء من أجزاء المخلوق الحي أو انتقاله كليا. وفي جميع الحالات يصرف المخلوق الحي مقداراً من الطاقة يتناسب مع الكتلة المتحركة والمسافة المقطوعة. ويعتمد تحديد آلية الحركة على عاملين هما: حجم الحيوان، والوسط الذي تتم فيه الحركة.

مثلا تناسب الأسواط والأهداب والأغشية المتموجة أحياء صغيرة تتحرك في وسط مائي أو دموي، أما الحيوانات الأكبر فتحتاج إلى خلايا متخصصة أو عضلات قوية.

الحركة في البدائيات

الحركة في البكتريا

البكتريا مخلوقاتٌ يتراوح قطرها بين (0.5 –1.5) مايكروميتر، ويبلغ طول أنواع منها 100 مايكرومتر، وكثيراً منها لاسيما الكروية ليس لها أعضاء حركية فهي عديمة الحركة. أما الأنواع العصوية منها فتمتلك أسواطاً تساعدها على الحركة في الأوساط الملائمة. وقد تكون سريعة كما هي الحال في ضمات الكوليرا أو عصيات التيفوئيد.

الحركة في الطليعيات

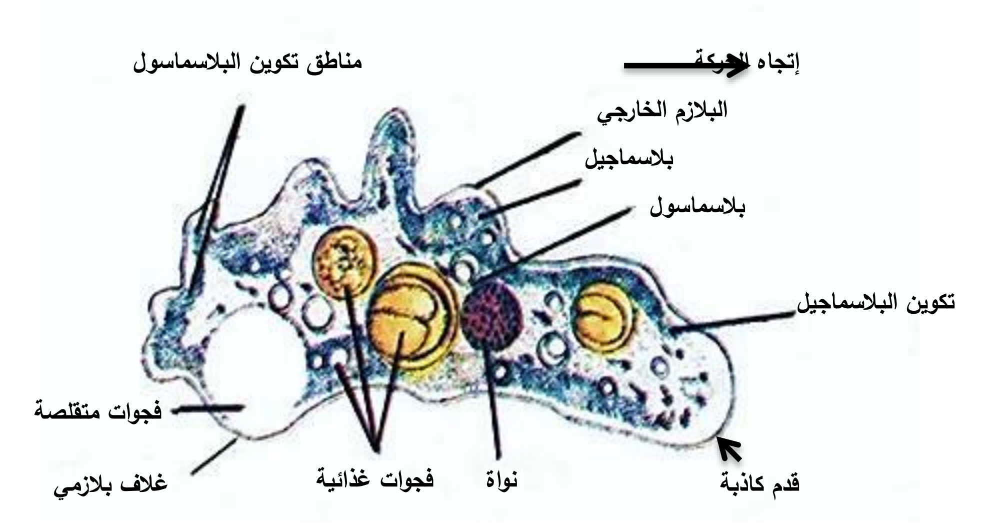
1- الحركة في الأميبا

الحركة الأميبية هي الحركة المميزة للأميبا، كما تتم مثل هذه الحركة في بعض أنواع الخلايا في الحيوانات الراقية مثل: خلايا الدم البيض في الفقريات والخلايا الجنينية الميزنكيمية وغير ذلك من الخلايا الحرة.

والأميبا تتحرك بواسطة الأقدام الكاذبة (Pseudopodia) وهي امتدادات مؤقتة من جسم الخلية يمكن أن تنشأ وتنكمش في أي جزء من سطح الخلية، ويختلف شكل وحجم الأقدام الكاذبة باختلاف أنواعها، فقد تكون قصيرة غليظة مستديرة النهايات أو طويلة دقيقة (شكل 60).

جسم الأميبا مغطىً بغشاء بلازمي (Plasma Membrane) توجد تحته طبقة رائقة غير محببة هلامية تُسمَّى بالبلازم الخارجي، وتقع تحت الأخيرة طبقة أكثر سيولة تُسمَّى البلازم الداخلي التي تتألف من (بلاسماسول سايتوبلازم سائل و(بلاسماجيل) سايتوبلازم حبيبي أكثر كثافة، وتتم الحركة بالطريقة الآتية:

1. تتمدد القدم الكاذبة خارج جسم الخلية.
2. ينساب البلازم الداخلي إلى الجانب في موقع القدم الكاذب ويحل محل البلازم الخارجي.
3. يندفع البلازم الخارجي نحو الداخل، ويتحول إلى البلازم الداخلي.
4. يبدأ البلازم الداخلي من جديد بتكوين قدم كاذب آخر، وفي اتجاه مختلف، وبتكرار هذه العملية تكون الأميبا قد أنجزت حركةً انتقالية، ويقتضي ذلك وجود أرضية تتصل بها القدم الكاذبة في عدة مواضع بقوة تمكنها من سحب الخلية وراءَها.



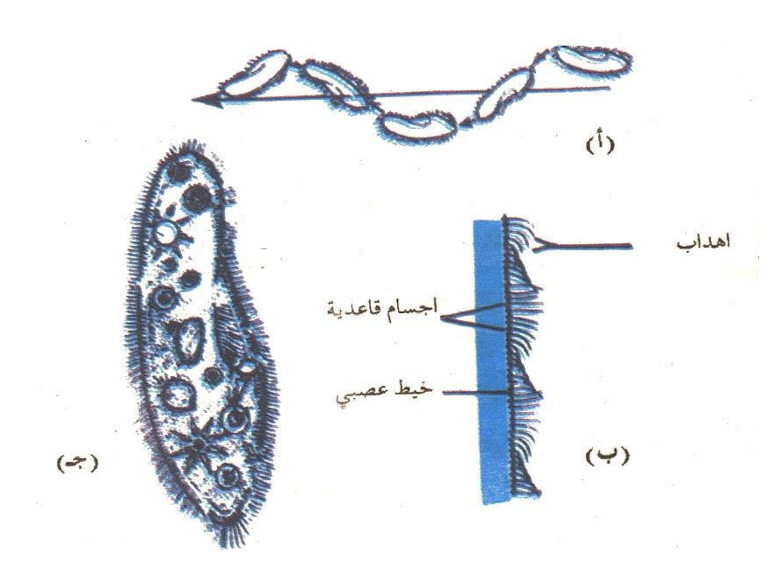
شكل(60) الحركة في الأميبا، ويتضح من خلاله إمكانية تكوين الأقدام الكاذبة من أي جزء من سطح الجسم

2. الحركة في البراميسيوم

تتم الحركة في البراميسيوم بواسطة الأهداب، والأهداب عبارة عن لواحق متحركة تشبه الأسواط في تركيبها، لكنها تتميز بكثرة عددها وقصرها مقارنة بالأسواط. وتتحرك الأهداب في كل صف بخيطٍ عصبي يوفق بين

هذه الحركات، وتتصـــل الخيوط العصـــبية جميعاً بنقطةٍ قرب البلعوم، وبواسـطة حركة الأهداب هذه يندفع البراميسـيوم إلى الأمام أو إلى الخلف (عكس حركة الأهداب) (شكل 61).

إن الأهداب تضرب الماء بصورة مائلة، مما يؤدي إلى دوران البراميسيوم حول محورٍ طولي، وفي الوقتِ نفسـه يتقدم بمسـارٍ لولبي حلزوني نتيجة لفعالية حركة الأهداب الموجودة في الدهليز، إذ تنشـــط حركتها أكثر من أهداب بقية الجسم.



شكل (61) أ- الحركة الحلزونية في البراميسيوم، ب-تتحرك أهداب البراميسيوم الواحدة بعد الأخرى ج- المظهر الخارجي للبراميسيوم وتتضح فيه الأهداب



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يشرح آلية الحركة في اليوغلينا.
- يرسم المظهر الخارجي لليوغلينا.
- يعرف حركة اللمس في النباتات.
- يوضح آلية حركة نبات قانصة الحشرات.
- يبين معنى الحركة العكسية في النبات.

3- الحركة في اليوغلينا

السوط وسيلة الحركة في اليوغلينا، (وهو تركيب خيطي متحرك يبرز من الخلية ويكون منفرداً أو بأعداد قليلة في إحدى نهايات الخلية). ويختلف عن القدم الكاذبة بكونه ثابت البقاء ومحدد الموضع وكذلك بكونه أطول من الهدب (شكل 62). يتشابه تركيب السوط مع الهدب بدرجة كبيرة، إلا أن الفرق بينهما في آلية عملها والمتمثلة فيما يأتي:

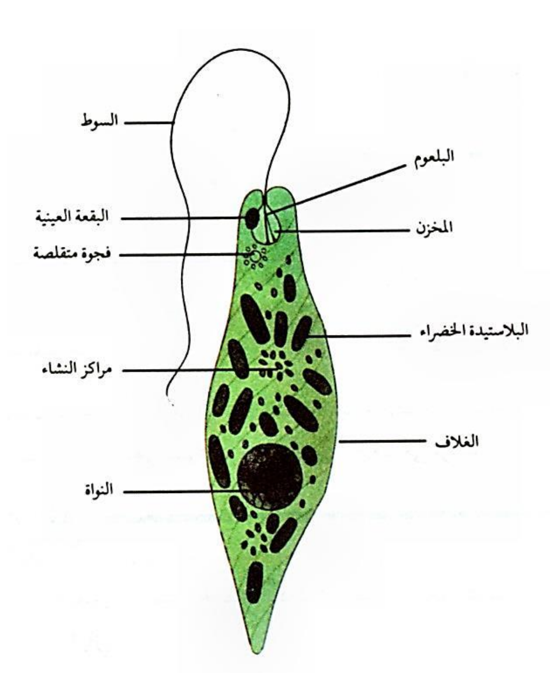
1- يتحرك السوط حركة تموجية، إذ يبدأ التقلص في القاعدة نحو الطرف على امتداد محور السوط.

2- الهدب يضرب ضربة قوية وسريعة في اتجاه واحد تتبعها ضربة بطيئة، وعلى هذا فإن الماء سيندفع موازياً للسطح المهدب.



نشاط ميداني

يقوم الأستاذ مع طلابه بفحص قطرة من ماء بركة تحت المجهر الضوئي ليلاحظ أنماط الحركة لعدد من المخلوقات الدقيقة مثل البراميسيوم واليوغلينا والأميبا



شكل (62) المظهر الخارجي لليوغلينا
يتضح فيه موقع السوط

الحركة في النباتات

قال تعالى ﴿صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ﴾ سورة النمل 88

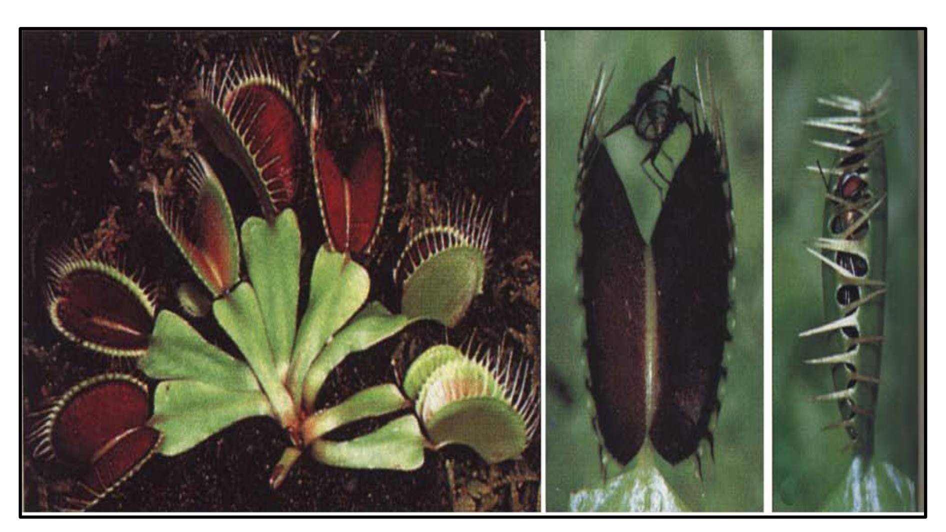
إن حركة النباتات مستمرة أثناء تكوُن الأعضاء النباتية واتساعها على الرغم من أن النباتاتِ لا تمتلك أعضاء للحركة لإنجاز حركة انتقالية كتلك الموجودة في المخلوقات الحية الأخرى، وتتمتع النباتات بقابلية التنبه، ورد الفعل، وعادة يتم ذلك بصورة بطيئة لا يمكن للعين البشرية ملاحظتها. وتستجيب جميع أنواع النباتات للحوافز البيئية، ولكنها تختلف في استجاباتها من حيث سرعة واتجاه الحركة والآلية التي تسبب هذه الحركة. وفيما يأتي بعض أنواع الحركة في النباتات.

أولا: حركة ضغط الامتلاء

هي حركةٌ سـريعة تحدث كردٍّ فعلٍ على منبهات معينة، نتيجة تغير في ضغط الامتلاء للخلايا النباتية المتسبب عن تغير في نفاذية أغشية الخلايا كردٍّ فعلٍ للمنبهات المتنوعة مثل اللمس. وتعد من الحركات العكسـية (بمعنى أنه عند زوال الحافز، فإن عضـو النبات يعود سـريعاً إلى الوضـع الذي كان عليه قبل التحفيز). ويمكن تقسيم حركات ضغط الامتلاء نسبة لنوع الحافز إلى:

❖ حركة اللمس:

هي حركاتٌ تتم بصـورة رئيسـةٍ في الأوراق والأجزاء الزهرية، وتنتج عن حوافز اللمس، مثل حركات اللمس في النباتات قانصـة الحشـرات التي تكيفت أوراقها لاقتناص الحشـرات مثل نبات الدايونيا (Dionaea) والدروزيرا (Drosera) شكل (63).



شكل (63) الحركة في النباتات (النباتات قانصة الحشرات)

تتألف أوراق نبات الدايونيا من نصل مسطح ومجنح على هيئة صـفيحة مقسومة إلى فصين على حوافها الخارجية أشواك قوية، وتوجد في أوراق

هذه النباتات غدد عديدة تفرز موادَّ هاضمةً. وعندما تمس حشرةٌ ما هذه الأشواك فإن فصي الورقة ينطبقان عليها وتتشابك الأشواك، وعندئذ تفرز الغدد عصارة حامضية لزجة، وبعد مدة تتراوح بين (9–35) يوماً ينفتح فص الورقة وقد هضمت الحشرة بالكامل باستثناء الغلاف الكايتيني الذي يلفظ إلى الخارج.

أما في نبات الميموسا (Mimosa Pudica)، فإذا لمست أوراق هذا النبات فإنها ستنطوي نحو الأسفل (شكل 64)، وهذا التحسس يحدث بسبب ضغط الامتلاء الذي يحصل في خلايا موجودة في منطقة تثخن يُدعى بالانتفاخ الوسادي (Pulvinus) الموجود في قاعدة الورقة أو الوريقات. وتشير الدراسات إلى أن السبب في ذلك يعود إلى خروج أيونات البوتاسيوم (K^+) من الخلايا ويتبعها الماء بعملية الاوزموزية.



شكل (64) نبات الميموسا قبل وبعد لمسها



3 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعلل كلا من: أسباب حدوث كل من حركة النوم واليقظة، التفاف حوالق النباتات المتسلقة على الأجسام الصلبة.
- يميز بين أنواع الحركات الانتحائية وأسبابها.
- يشرح طريقة الاستجابة للانتحاء

❖ حركة النوم واليقظة

يحصل هذا النوع من الحركات يومياً في النباتات لتحسُّسِ تغيرات الضوء والظلام اليومية، وأفضل مثال لذلك ما يحصل في النبات المنزلي المعروف بالنبات "المصلي"، ففي الظلام تنطوي أوراقه نحو الأعلى، وحركة اليقظة والنوم مشابهة لما يحدث عند اللمس إلا أنها تحدث بصورة تلقائية.

ثانيا: حركة الشد

تظهر هذه الحركة في حوالق النباتات المتسلقة. وكل حولق يشبه السوط في تكوينه ويمتاز بحساسيته، إذ إن مجرد ملامسته لأي جسم صلب، فإنه يلتف حول هذا الجسم ثم يقصر طوله نتيجة لتموجه مؤدياً إلى شد النبات



شكل (65) حركة الشد
ورد فعل النبات بالالتفاف حول العمود

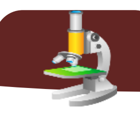
نحو الجسم الصلب أو الدعامة فتستقيم الساق الضعيفة رأسيا وبعد ذلك تتغلظ الحوالق بما يتكون فيها من أنسجة دعامية فتقوى ويشتد شكل (65).

ثالثا: الحركات الانتحائية

يمكن تعريف الانتحاء بأنه نزعة نشـــوئية لدى الحيوان أو النبات إلى الحركة أو الدوران استجابة لمنبهٍ ما. وهناك أنواع منها:

1. **الانتحاء الضوئي (الشمسي):** ويُقصد به الحركة باتجاه الضوء، مثل زهرة الشمس.
2. **الانتحاء الأرضي:** يقصد به الحركة أو النمو باتجاه جاذبية الأرض، مثل جذور الذرة.
3. **الانتحاء الكيمياوي:** هو الحركة باتجاه المنبهات الكيمياوية.

عندما يكون اتجاه الحركة باتجاه المنبه، تكون الاســـتجابة انتحائية موجبة، أما إذا كانت الحركة بعيدة عن المنبه فتكون الاســـتجابة انتحائية سالبة. وتُعزى حركة الانتحاء إلى النمو غير المنتظم للخلايا الواقعة في مناطق النمو على بعد عدة مليمترات من القمم النامية، ويرجع هذا التباين في النمو إلى الهرمونات النباتية المسماة بالاوكسينات التي تلعب دوراً رئيساً في حركة الانتحاء.



نشاط ميداني

في مختبر الأحياء نضع سندان يحوي نباتا معينا نضعه بشكل أفقي بحيث يوازي ساق النبات سطح الأرض , نتركه لفترة من الزمن نلاحظ بعدها أن ساق النبتة يستقيم عموديا ويتجه نحو الأعلى , يمثل هذا دليلا على الانتحاء في النبات. ما هو نوع هذا الانتحاء ؟

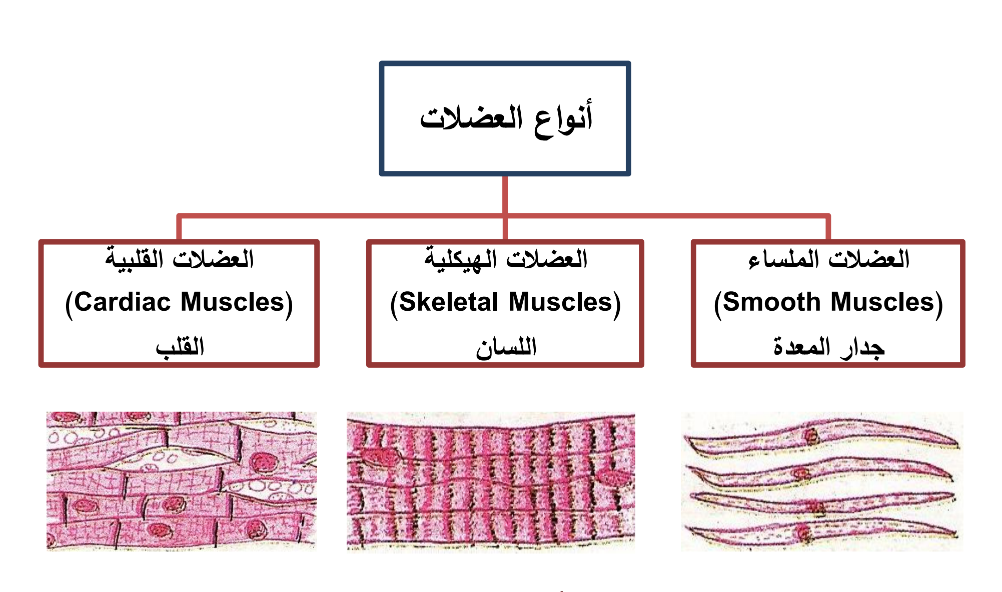


4 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يوضح تركيب الليف العضلي في العضلة الهيكلية.
- يشرح آلية عمل العضلات الهيكلية.
- يقارن بين أنواع العضلات.

الحركة في الحيوانات

بشكل عام يمكن تسمية الحركة في الحيوانات بالحركة العضلية، إذ تحصل نتيجة لعملية تقلص وانبساط الألياف العضلية (الخلايا العضلية) والألياف العضلية مرتبة بشكل تجمعات مختلفة تمكنها من أداء أي حركة. وتوجد في الحيوانات ثلاثة أنواع من العضلات هي: (شكل 66)



شكل (66) يوضح أنواع العضلات في الحيوانات

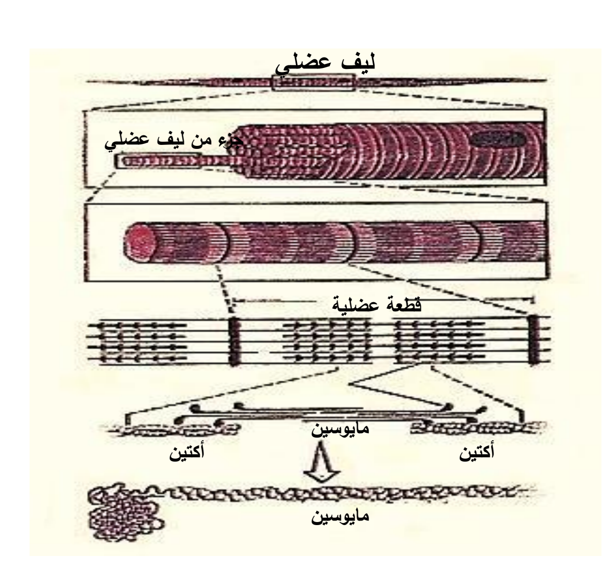
آلية الحركة في جسم الحيوان

يحتوي سايتوبلازم الليف العضلي الهيكلي على عدد كبير من اللييفات العضلية الممتدة بشكلٍ متوازٍ، فيظهر الليف العضلي من خلال الفحص المجهري، وكأنه مخطط طولياً، إلا أن كل ليفٍ من اللييفات المتجاورة يتكون من مناطق مضيئةٍ ومناطق معتمةٍ.

وتكون هذه المناطق متناوبة مع بعضها التي يطلق عليها بالأحزمة المضيئة والأحزمة المعتمة، وبترابطها مع بعضها تكسب الليف العضلي تخطيطاً عرضياً (شكل 67). إن هذه المناطق المضيئة والمعتمة مكونة من خيوط بروتينية متمثلة بـ:

1. **خيوط الأكتين (Actin):** خيوط دقيقة نسبة إلى بروتين الأكتين الذي يدخل في تركيبها.
2. **خيوط المايوسين (Myosin):** خيوط سميكة نسبة إلى بروتين المايوسين الذي تتكون منه.

وهذه الخيوط تكون كثيفة في المناطق المعتمة ومتخللة في المناطق المضيئة.



شكل (67) تركيب الليف العضلي في العضلة الهيكلية (للاطلاع)

ويمكن إيجاز عمل العضلات الهيكلية بما يأتي:

1- يحدث التقلص في الليف الواحد نتيجة انزلاق الخيوط فوق بعضها وتداخلها فيقصر طول الليف ويؤدي ذلك إلى قصر طول الليف العضلي وانكماش العضلة.

2- تستمد العضلة الطاقة الضرورية لتقلصها وانبساطها من جزيئة الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP). ويعمل المايوسين كأنزيم يحول الأدينوسين ثلاثي الفوسفات إلى اديونسين ثنائي الفوسفات (ADP) وتحرير الطاقة وعلى النحو الآتي:

أ- يتحلل ATP مائياً إلى (ADP+P) فتنشط موقع الربط بين الاكتين والمايوسين.

ب- يتصل رأس المايوسين بالاكتين بعد ارتباط (P+ADP) مع المايوسين.

ج- حركة خيط الاكتين نتيجة تغير رأس المايوسين زاوية 45 درجة وتعاد الدورة مرة أخرى.



أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يبيّن أنواع الحركة في الهايدرا.
- يرسم الحركة الانقلابية في الهايدرا.
- يعرف الأهلاب ودورها في الحركة.
- يميّز دور العضلات الطولية والعضلات الدائرية في دودة الأرض.

الحركة في اللافقريات

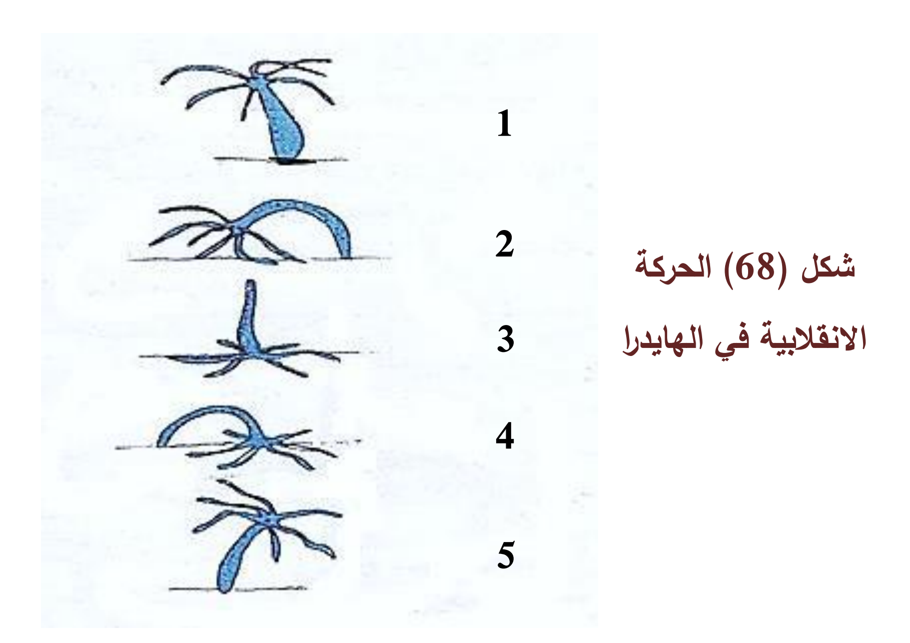
تمتلك اللافقريات العضلاتِ الملساءَ والعضلاتِ المخططةَ (الهيكلية) ما عدا العضلاتِ القلبية، ولها نفس الصفات التركيبية والوظيفية لمثيلاتها في الفقريات، وفيما يأتي بعض أنواع الحركة في الحيوانات المختلفة.

أولا: الحركة في الهايدرا

يظهر الجهاز العضلي في الهايدرا بأبسطَ صورةٍ ممثلاً بألياف طولية في قواعد الخلايا الطلائية العضلية (البشرة) وألياف دائرية في قواعد الطبقة المعدية. وهناك نوعان من الحركات في الهايدرا:

أ- الحركة الانزلاقية: تمد الهايدرا قاعدتها باتجاه معين ومن ثم تسحب جسمها ببطء من الاتجاه المعاكس وبطريقة انزلاقية.

ب- الحركة الانقلابية: تقوم الهايدرا بثني جسمها بالاتجاه الذي تريد التقدم إليه حتى تتصل المجسات والقمع الفمي بالأرضية، ثم تحرر قاعدتها وتقوّم جسمها بحيث تصبح القاعدة إلى الأعلى، ثم تحنيه من جديد بالاتجاه الذي تود التقدم إليه حتى تلامس الأرضية، ثم تحرر مجساتها والقمع الفمي من الأرضية وتمدها إلى أعلى وهكذا تتكرر العملية (شكل 68).



شكل (68) الحركة الانقلابية في الهايدرا

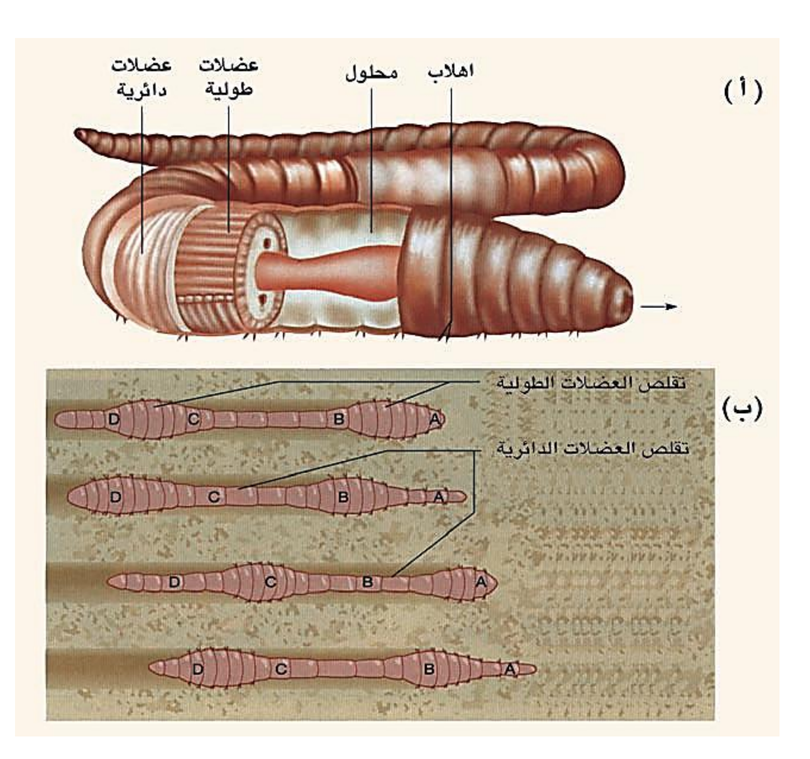
ثانيا: الحركة في دودة الارض

يقسم التجويف الجسمي في دودة الأرض بوساطة حواجز، وكل قطعة جسمية تمثل وحدة حركة منفصلة, وتبدأ التقلصات في النهاية الأمامية، فتنتقل إلى الخلف بشكل موجات بينما تتقدم الدودة إلى الأمام، ويساعد دودة الأرض في حركتها امتلاكها هيكلاً مائياً حركياً تُستعمَل عن طريقه السوائل بين جدار الجسم والقناة الهضمية. ويحوي جدار الجسم في دودة الارض نوعين من العضلات هي:

أ- عضلات دائرية: يسبب تقلص العضلات الدائرية استطالة الحلقات، وصغر قطرها وسحب الأهداب إلى داخل أكياسها.

ب-عضلات طولية: يؤدي تقلص العضلات الطولية إلى جعل الحلقات قصيرة وغليظة وإلى مد الأهلاب[4] شكل (69).

[4] الأهلاب (Setae): عبارة عن تراكيب كايتينية إبرية الشكل، يقع الجزء القاعدي لها داخل كيس الذي بدوره يقع ضمن جسم الدودة، ويبرز الجزء الطرفي منه خارج الجسم. ودور الأهلاب يقتصر على تثبيت دودة الارض سواءً كانت متحركة أم ساكنة.



شكل (69) الحركة في دودة الارض أ- الهيكل المائي لدودة الأرض ب-تناوب تقلص العضلتين الدائرية والطولية



6 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يرسم عضلات الأرجل في الجرادة.
- يشرح آلية حركة الجناح الى الأعلى والأسفل.
- يذكر أنواع السباحة في الأسماك.
- يبين أهمية الزعانف في الأسماك.

الحركة في الحشرات

تتحرك الحشرات بطرائق متباينة منها:

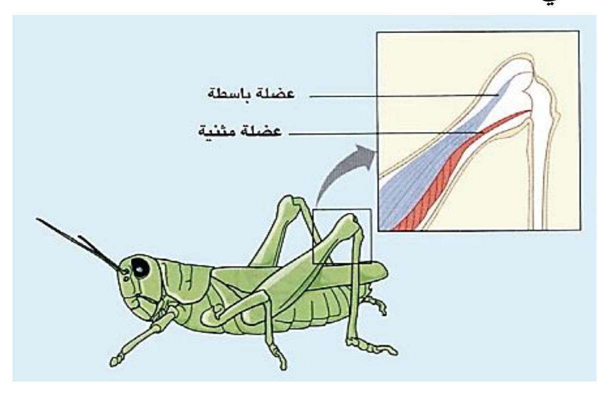
أولا: المشـــي

تمتلك الحشرات نوعين من العضلات هي:

1- عضلات باسطة: عندما تتقلص العضلات الباسطة تمتد الأرجل.

2- عضـلات مثنية: عندما تتقلص العضـلة المثنية فإن الأرجل سـوف تنثني شكل (70).

وتتم السـيطرة على حركة الأرجل من الحبل العصـبي البطني ويظهر إن للحشرة عصبين يزودان كل عضلة، إحداهما للحركة السريعة الفجائية كالقفز والآخر للحركة البطيئة كالمشي.



شكل (70) عضلات الأرجل في الجرادة

ثانيا: القفــز

تقفز نطاطات الأوراق والأشجار باستعمال عضلاتها، وذلك بمد الرجلين الخلفيتين مستقيمتين بفعل تقلص العضلات الباسطة، ومن ثم انثنائها بفعل العضلات المنثنية.

ثالثا: الطيران

تمتلك غالبية الحشرات زوجين من الأجنحة، وينشأ كل جناح من امتداد للهيكل الخارجي يقع عند حافة الصفيحة الظهرية (Tergum) والصفيحة الجنبية (Pleuron)، ويمثل الجناح امتداداً مسطحاً من الهيكل الخارجي ويكون اتصال الجناح بالهيكل الخارجي مفصليا، وتنتج حركة الجناح إلى الأعلى والأسفل تناوباً في خفض الصفيحة الظهرية ورفعها في منطقة اتصال الجناح، وبفعل تقلص وانبساط العضلات مؤدية إلى إنجاز فعل الطيران.

الحركة في الفقريات

قال تعالى ﴿قَالَ رَبُّنَا الَّذِي أَعْطَى كُلَّ شَيْءٍ خَلْقَهُ ثُمَّ هَدَى﴾

(سورة طه: 50)

تتحرك الفقريات حركة كفوءة بآلياتٍ عديدة ومتباينة، فهي تسبح وتقفز وتمشي وتركض وتطير.

أولا: السباحة

تمتلك الأسماك جسماً مغزلياً انسيابياً وذيلاً عضلياً قوياً مضغوطاً من الجانبين ينتهي بزعنفة شاقولية تتناسب مع قوة الضربات وترددها، أما الزعانف الأخرى فتعمل على موازنة الجسم وتغيير الاتجاه. وتلجأ الأسماك في سباحتها إلى الطرائق الآتية:

1. تقلص وانبساط العضلات.
2. استعمال الزعانف.
3. نفث الماء من خلال فتحة غطاء الغلاصم.

وهناك ثلاثة أنواع من السباحة في الأسماك هي:

أ- **السباحة الثعبانية:** وتحدث في الأسماك ذات الأجسام المرنة وتستطيع أن تنحني أكثر من نصف موجة شكل (71).

ب- **السباحة الشيمية:** يقتصر الانحناء فيها على المنطقة الذيلية وينحني الجسم بأقل من نصف موجة.

ج- **السباحة الصندوقية:** وتحصل في الأسماك التي يكون جسمها غير مرن ويقتصر التموج على الزعنفة الذيلية.

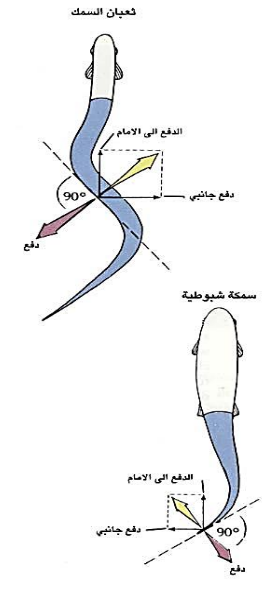
ولا تقتصر السباحة في الفقريات على الأسماك وحسب، فالبرمائيات تسبح والعديد من الزواحف تستطيع السباحة بآليات وتكيفات متعددة. كما إن الثدييات هي الأخرى قادرة على السباحة، كما هي الحال في القنادس والحيتان.

أ- القنادس

1- تمتلك في أقدامها صفاقاً يساعدها في السباحة.

2- لها غشاء رامش للعيون لحمايتها من تأثير الماء.

3- تمتلك صمامات للأذن تغلق أثناء الغطس.



شكل (71)
الحركة في الأسماك
(للاطلاع)

بـ الحيتان

1- الجسم زورقي الشكل.

2- يوجد تحت الجلد طبقة دهنية سميكة ذات أهمية في العوم.

3- أطرافها الأمامية على شكل مجاذيف.

4- عدد سلاميات الأصابع أكثر مما في بقية اللبائن.

5- أصابعها طويلة.

6- تمتلك زعنفة ذيلية أفقية الوضع.

نشاط ميداني

يقوم الطلاب بملاحظة أنواع الزعانف الموجودة في السمكة

7 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يذكر تكيفات الطيور التي ساعدتها على إنجاز فعل الطيران.
- يبيّن فائدة اللواحق الجسمية.
- يفسر قدرة اللبائن على الجري السريع.

ثانيا: الزحف

للفقريات الزاحفة لواحق جسمية مزدوجة متمثلة بزوجين من الأطراف (زوج أمامي وآخر خلفي) بدلاً من الزعانف الموجودة في الأسماك، واستعملت هذه الفقريات لواحقها الجسمية للتنقل، ولكن هذه اللواحق (الأطراف) كانت قصيرة وضعيفة ولا تقوى على رفع الجسم كثيراً عن الأرض، وهي موجودة الآن في غالبية الزواحف مثل التماسيح والعظايا.

ثالثا: الطيران

قال تعالى ﴿وَمَا مِن دَآبَّةٍ فِي الأَرْضِ وَلاَ طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلاَّ أُمَمٌ أَمْثَالُكُم مَّا فَرَّطْنَا فِي الكِتَابِ مِن شَيْءٍ ثُمَّ إِلَى رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ﴾ سورة الأنعام 38

الطيران يمثل صفة الحركة عند الطيور، وقد تباينت أنواع الطيور بطرق طيرانها اعتماداً على حالة الجو، وعلى كيفية استخدام الأجنحة في الهواء. وتمتاز الطيور بميزات جعلت طيرانها ميسوراً منها:

1- تحور الأطراف الأمامية إلى أجنحة.

2- خفة وزن العظام.

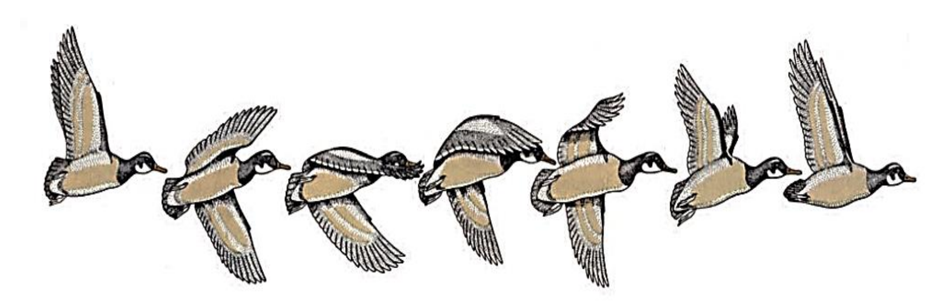
3- التحام أغلب الفقرات مع بعضها، فضلاً عن كونها عريضة.

4- عظم القصّ كبير.

5- عضلات طيران كبيرة وقوّية.

6- احتواء الرّيش الذي يعمل على زيادة المساحة السطحيّة للجناحين والذنب.

إذ يرتفع الطائر في الهواء ويندفع إلى الأمام بفعل حركة جناحيه إلى الأعلى والأسفل، وهذا يُحدث تخلخلاً في ضغط الهواء فوقه وأمامه، شكل (72)



شكل (72) حركة جناحي الطائر الى الأعلى والأسفل

إضافة إلى الطيور، هناك ثدييات طائرة مثل الخفافيش تكون قادرةً على الطيران، كما تنزلق بعض الزواحف والثدييات في الهواء مثل العظايا الطائرة والليمور الطائر.

رابعا: الجـــري

تمتاز أنواع من اللبائن بقابلية جيدة على الجري وذلك للتخلص من الأعداء أو لغرض مطاردة الفريسة. وتأتي هذه القابلية للجري من:

1- البناء العضلي للأطراف الخارجية مثل الضواري.

2- أوتار طويلة في بعض العضلات مثل الحصان والغزال.

3- خفة الأجزاء النهائية من الطرف مما يؤدي إلى اختزال في الطاقة الحركية مثل الظلفيات.

8 الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على:

- حل أسئلة الوحدة.

أسئلة الوحدة الخامسة

أولا: عرف كلا مما يأتي:

الأهلاب, الأقدام الكاذبة, السباحة الثعبانية

ثانيا: ضع علامة (√) جنب العبارة الصحيحة وعلامة (×) جنب العبارة الخاطئة

1- ينجز فعل الحركة في الحيوان عندما تزود العضـــلات بالطاقة اللازمة من(ATP).

2- يمكن تسمية الحركة في الحيوانات بالحركة العضلية.

3- نقصد بالانتحاء الكيمياوي بأنه الحركة باتجاه المنبهات الكيمياوية.

4- يوجد نوعان من العضلات هما العضلات الهيكلية والقلبية.

5- لا تمتلك البكتريا العصوية أعضاء للحركة.

6- تحصل السباحة الصندوقية في الأسماك التي يكون جسمها غير مرن.

7- تكون الأطراف في الزواحف قصيرة وضعيفة.

ثالثا: قارن بين الأهداب والأسواط مع ذكر الأمثلة.

رابعا: أكمل الفراغات الآتية

1- يمثل .... وسيلة الحركة في اليوغلينا.

2- تعد.............. هرمونات نباتية تلعب دوراً رئيساً في حركة الانتحاء.

خامسا: اشرح بالتفصيل كلا مما يأتي

1- كيف يتم تكوين الأقدام الكاذبة؟

2- آلية الحركة الانقلابية في الهايدرا؟

3- آلية الحركة في جسم الحيوان؟

سادسا: ماهي أهم التكيفات التي ساعدت الطيور على الطيران؟

سابعا: عدد كلا مما يأتي:

1- أنواع الانتحاء.

2- طرق الحركة في الحشرات.


تمت بحمد الله